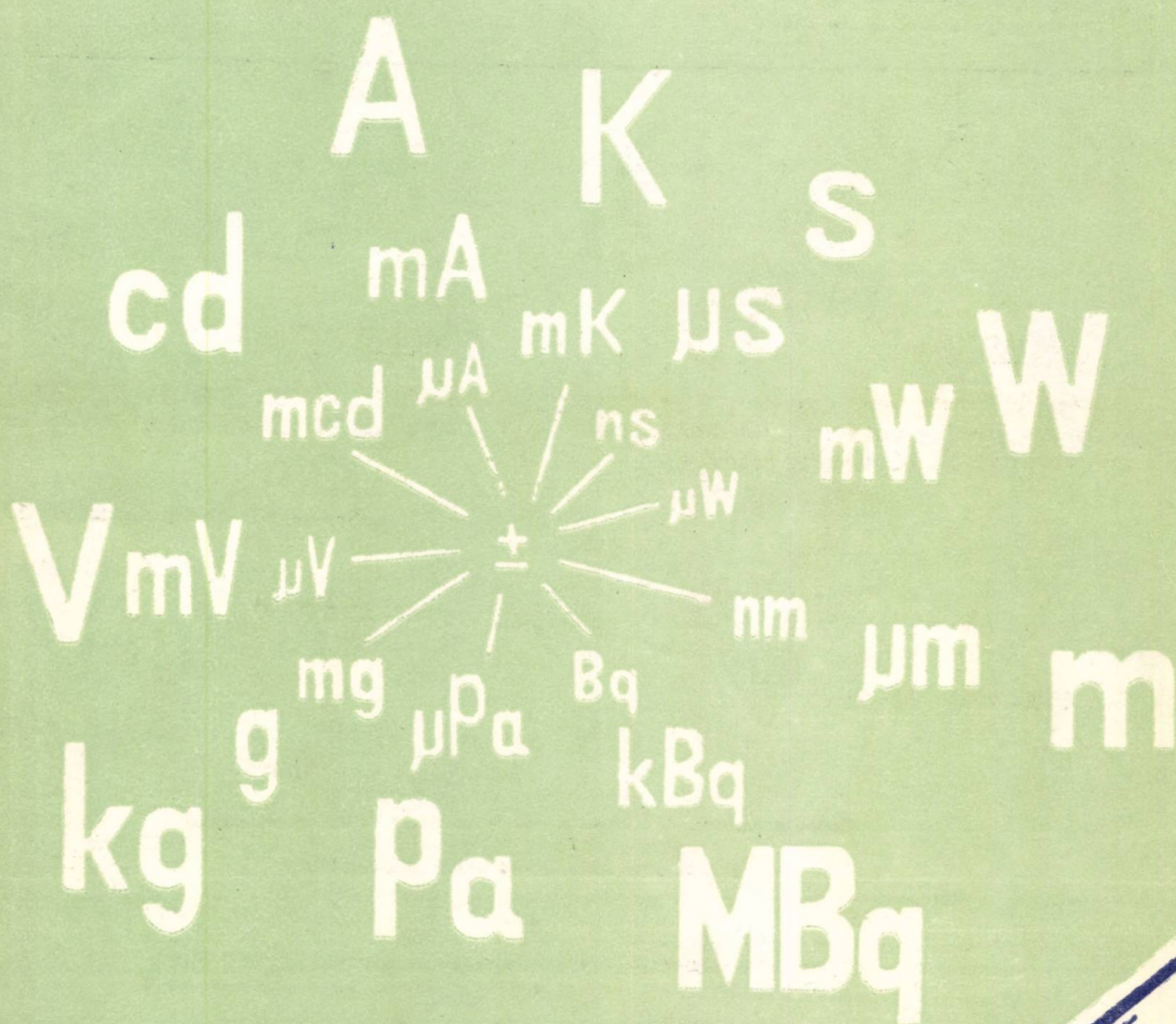


E 8225

INM

Nr. 1/1993

metrologie



serie nouă

SUMMARY		SOMMAIRE	
<i>KHUD RASMUSSEN</i> : Acoustic Transfer Standards in Europe. Requirements and Achievements. . .	2	<i>KNUD RASMUSSEN</i> : Étalons de transfert acoustiques en Europe. Exigences et réalisations. . .	2
<i>NICOLAE FÂNTÂNARU</i> : On the Error of Transformation Coefficient of the Values Measured by Force Transducers	6	<i>NICOLAE FÂNTÂNARU</i> : Sur le sujet du coefficient de transformation des valeurs mesurées avec traducteurs de force.	6
<i>BRÂNDUŞA PANTELIMON, ADRIAN ZETREANU</i> : Digital Instrument for Measuring Strains of Materials or Shifts.	9	<i>BRANDUŞA PANTELIMON, ADRIAN ZETREANU</i> : Instrument numérique pour mesurer des tensions en matériaux or les déplacements. . .	9
NOTES		NOTES	
OFFICIAL PART		PARTIE OFFICIELLE	
* * * OFFICIAL LIST — 1993 of the measuring instruments that are mandatorily submitted to the metrologic control of the state	14	* * * LISTE OFFICIELLE — 1993 des moyens de mesurage obligatoirement soumis aux contrôle métrologique d'État.	14

REDACȚIA :

INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE
 Șos Vitan-Bîrzești nr. 11, tel. 342060/191
 344030/191 ; București; 75669

ADMINISTRAȚIA :

DIRECȚIA DE PRESĂ PENTRU
 PUBLICITATE ȘI TIPĂRITURI

Piața Presei Libere nr. 1, sector 1,
 București. 71 341
 Telefon : 177729, 176010 și 176030.
 interior 2086 și 2483.

ISSN 1220—546 X

Cererile pentru abonamente vor fi adresate redacției în contul
 309800201 BCR, filiala sector 4.
 Costul unui abonament anual este 600 lei.



Ciitorii din străinătate pot contracta abonamente prin : ILEXIM
 — Departamentul export-împort presă, București, str. Decembrie nr. 3
 P.O.B. 146—137 Telex 12226



Cererile pentru reclame în revistă vor fi înaintate Agenției de publicitate
 a DPPT Calea Victoriei 174 cont 645120603 BCR filiala sector 1

S.C. Universul S.A. c. 3749

METROLOGIE



Publicație tehnico-științifică

editată de

INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE

SUMAR

K NUD PASMUSSEN : Etalane acustice de transfer în Europa. Cerințe și realizări 2

NICOLAE FĂNTĂNAIU : Cu privire la erorile coeficientului de transformare a valorilor măsurate cu traductoare de forță 6

BRÂNDUȘA PANTELIMON, ADRIAN ZETREANU : Aparat digital pentru măsurarea mărimilor ce produc deformări în materiale sau deplasări 9

NOTE

PARTEA OFICIALĂ

* * * LISTA OFICIALĂ — 1993 a mijloacelor de măsurare supuse obligatoriu controlului metrologic al statului 14

*
*
*

Colectivul de redacție : fiz. Dragoș Boiciuc, Viorica Buroiu (*secretar de redacție*), ing. chim. Mirela Buzoianu, ing. Gabriel Iordăchescu, fiz. Gheorghe Ispășoiu, dr. ing. Aurel Millea (*redactor responsabil*), ing. Ionel Urdea.

Etaloane acustice de transfer în Europa. Cerințe și realizări

KNUD RASMUSSEN *

Abstract: *The opening of the Single Market requires a wellorganised system of traceability in Europe to the metrological quantities. The fundamental acoustic quantities and the most important derived quantities are discussed. The primary standard is defined as the reciprocity calibration technique and a number of transfer devices are identified. Finally, a traceability system among the National Metrology Institutes in Europe is outlined.*

Résumé : *L'ouvrage d'un marché unique exige un système organisé de traceabilité en Europe aux quantités métrologiques. On discute les unités fondamentaux acoustiques et les unités dérivées les plus importantes. L'étalon primaire est défini comme la technique d'étalonnage mutuel et on identifie un nombre d'appareils de transfert. Finalement, on conture un système de traceabilité entre les institutions métrologiques en Europe.*

Introducere

De-a lungul ultimelor decenii, integrarea europeană s-a dezvoltat pentru a se ajunge la momentul crucial, anul 1993, cînd Piața Unică Europeană devine o realitate. Schimbul liber de bunuri ce se așteaptă a se realiza dincolo de granițele dintre state va fi posibil numai în urma acceptării reciproce a metodelor de testare și a rezultatelor testărilor provenite de la laboratoarele acreditate din diferite țări. Aceasta, la rîndul său, reclamă cooperarea în domeniul mărimilor de bază și un sistem determinat de trasabilitate pentru aceste mărimi.

În domeniul Acusticii majoritatea laboratoarelor de metrologie din Europa au o îndelungată tradiție de cooperare în cadrul Comitetului Tehnic CEI 29: Electroacustică, dar această cooperare este mai mult neoficială și numai rareori implica și intercomparări etc.

În cadrul Comunității Europene (CE) un număr de intercomparări, dezvoltări de metode de testare etc. au fost efectuate în cadrul programului de metrologie aplicată organizat de BCR (Community Bureau of Reference). Acest program acoperă de asemenea acustica fundamentală, întrucît domeniul acustic în general este considerat mai degrabă ca metrologie aplicată decît ca metrologie fundamentală.

În 1988, EUROMET a fost desemnat ca forum al institutelor naționale de metrologie în CE (Comunitatea Europeană) și EFTA (Asociația Europeană a Liberului Schimb).

* Articolul a fost publicat în „PTB Mitteilungen” vol 102, nr. 4/1992

** The Aconstics Laboratory, Technical University of Denmark, Building 32, DK-2800 Lyngby

Obiectivul EUROMET este promovarea coordonării activităților și serviciilor metrologice cu scopul de a optimiza utilizarea resurselor și serviciilor și de a le face accesibile tuturor membrilor. Cooperarea în cadrul EUROMET pe probleme de acustică este organizată prin intermediul întîlnirilor periodice ale unor persoane de contact din fiecare țară membră.

Mărimi metrologice

Sunetul aerian este caracterizat prin relația lui strînsă cu percepția subiectivă a omului și principalele eforturi în domeniul sunetului aerian sînt legate de intervalul de frecvențe audibile, între 16 Hz ... 16 kHz (sau 20 Hz ... 20 kHz). Un accent mai mic se pune pe infrasunete și ultrasunete deși acestea sînt produse chiar în cadrul unor procese industriale.

Cutoate că unele sonore sînt fenomene fizice măsurabile prin metode obiective, metodele de măsurare și utilizare a rezultatelor măsurării reflectă însăși natura subiectivă a proprietăților auzului uman. În special poluarea sonoră, expunerea la zgomot în halele industriale, traficul, emisia sonoră a utilajelor sau a fabricilor etc. sînt adesea supuse restricțiilor legale și de aici decurge necesitatea etalonării și a trasabilității la anumite mărimi acustice. Aceste mărimi sînt fundamental fizice, dar unele dintre ele se referă la percepția subiectivă.

Mărimi fizice

Mărimile acustice fundamentale ale cîmpului sonor sînt: presiunea acustică (Pa) și viteza particulei (m/s).

Mărimile corélate sînt derivate din mărimile fundamentale. Raportul variabilelor constituie o mărime de tip impedanță iar produsul lor una de tip energie.

Produsul variabilelor poate fi mai departe mediat în timp și/sau spațiu. Cele mai importante mărimi derivate sînt: intensitatea acustică (W/m) și puterea acustică (W).

În prezent singura mărime care poate fi măsurată direct cu o precizie acceptabilă este presiunea acustică.

Presiunea acustică, în pascali, se determină indirect prin etalonarea microfoanelor etalon de laborator, altfel spus, prin determinarea sensibilității microfoanelor în volt pe pascal. Astfel, presiunea acustică se determină actualmente prin măsurarea tensiunii alternative de ieșire a microfonului etalon. Etalonarea primară a microfoanelor se rea-

lizează utilizând tehnica reciprocității care permite ca această etalonare să se raporteze la o determinare a frecvenței, tensiunii, impedanței electrice și lungimii (volumului). În condiții optime această metodă conduce la o repetabilitate între 0,001...0,02 dB (2σ) în intervalul de frecvență 30 Hz ... 20 kHz. Incertitudinea absolută este de circa 0,03...0,05 dB la frecvențe medii și crește pînă la 0,1 dB la frecvențe înalte.

Viteza particulelor nu poate fi măsurată direct cu o precizie acceptabilă în metrologie, dar poate fi derivată direct din măsurarea gradientului presiunii acustice prin intermediul a două microfoane plasate unul în apropierea celuilalt. O altă metodă este aceea de a măsura efectul Doppler observat în unda ultrasonică care se propagă în câmpul sonor auibil.

Intensitatea acustică (media în timp a produsului dintre presiunea acustică instantanee și viteza instantanee a particulei) este de asemenea determinată în mod obișnuit prin intermediul a două microfoane strîns cuplate. Suma instantanee a semnalelor celor două microfoane reprezintă presiunea acustică, iar diferența reprezintă gradientul de presiune sau, cu alte cuvinte, viteza particulei. Măsurarea intensității acustice se face în mare măsură cu aparatură digitală, pentru obținerea mediei temporale a produsului instantaneu al presiunii și vitezei. Tehnica respectivă este relativ nouă și în continuă dezvoltare. În termeni metrologici, intensitatea acustică se bazează, de asemenea, pe etalonarea microfoanelor, deși pentru aceasta se recurge la funcția de transfer complexă. Cu toate acestea, de vreme ce funcția complexă de transfer a unui microfon fixat aproape de un al doilea microfon, nu poate fi calculată pornind de la etalonarea unui singur microfon, este necesară o tehnică separată de etalonare a sondei pentru intensimetrie acustică. Pe moment nu există o astfel de metodă general acceptată, dar există cercetări în curs. Metoda utilizată astăzi este realizată mai curînd ca o verificare decît ca o etalonare. În CE un proiect de dezvoltare a metodelor de etalonare a început în 1990, finanțat de BCR.

Puterea acustică poate fi determinată fie prin mediarea spațială a presiunii acustice pătrătice, fie prin mediarea pe suprafață a intensității acustice, utilizînd relația dintre puterea emisă, presiunea acustică și proprietățile mediului (aerului) din încăperea unde au loc determinările. Nu există metode directe și astfel chiar și determinarea puterii acustice derivă din măsurarea presiunii acustice (sa

berație), determinînd în acest fel o etalonare a microfonului etalon, fie în condiții de câmp liber, fie în condiții de câmp difuz.

Din cele de mai sus se subînțelege că toate mărimile fizice se bazează pe măsurarea presiunii acustice utilizînd un microfon. În acest fel etalonarea microfoanelor etalon de laborator și transmiterea unității sînt cele mai importante sarcini ale unui INM (Institut Național de Metrologie).

Pentru un anumit tip de microfon, diferența dintre sensibilitatea în presiune și cea în câmp liber sau câmp difuz depinde numai de condițiile geometrice. O dată determinată, această diferență poate fi aplicată la toate microfoanele de același tip. Cîtă vreme microfoanele etalon sînt în curs de perfecționare este necesar ca în permanență să se determine sensibilitatea în câmp liber și în câmp difuz și să se stabilească corecția standard corespunzătoare pentru sensibilitatea în presiune.

Mărimi audiologice

Pe lîngă mărimile fizice, o mare importanță o are și percepția umană a sunetelor. Auzul uman oferă un canal vital de comunicare. Vîrstă, condițiile de lucru și numeroase maladii afectează capacitatea auditivă și conduc la pierderea auzului.

Pentru a determina pierderea auditivă este nevoie de o referință. Pragul auditiv și curbele de egal contur fiind standardizate față de anumite niveluri de presiune acustică funcție de frecvență, se impune în consecință o asemenea referință. Audiometria tonală, bazată pe aceste niveluri de referință, reprezintă un instrument esențial în diagnoza pierderilor auditive.

Audiometria tonală umană transmite sunetul spre ureche prin intermediul căștilor. În contrast cu aceasta, audiometria tonală în câmp liber nu este foarte sigură. Și totuși audiometria în câmp liber utilizînd tonuri modulate în frecvență sau zgomot de bandă îngustă s-a dovedit a fi mai sigură. Din păcate nici curbele de egal contur n-au fost determinate pentru asemenea semnale. De asemenea, datorită îmbunătățirii tehnicii de măsurare, părți din vechiul set de referință s-au dovedit improprii și din această cauză este necesar să se stabilească un nou set de referințe audiologice. Incertitudinea la stabilirea acestor referințe este destul de mare, dar și ele se bazează pe determinarea presiunii acustice absolute.

Etaloane primare

Un aspect important al domeniului acustic este că pentru acesta nu există etalonare primară și nici etaloane de transfer

strict definite. Toate mărimile metrologice se determină numai prin intermediul traductoarelor care transformă mărimea, în semnale electrice. Fragilitatea și instabilitatea acestor traductoare împiedică desemnarea traductoarelor ca etaloane primare. În schimb, metodele de etalonare cum ar fi tehnicile de etalonare prin metoda reciprocității în presiune și în câmp liber pot fi considerate ca etalon primar. Trasabilitatea este asigurată prin intercompararea metodelor și a instalațiilor la diferite INM-uri utilizând un număr de traductoare stabilite ca etaloane de transfer. Tehnica de etalonare prin metoda reciprocității este descrisă în CEI 1094-2 și CEI 1094-3 (în pregătire). Într-un interval restrâns de frecvență (200...2000 Hz) și pentru tipul LS1P de microfoane, dispersia etalonării în frecvența la cele mai importante INM-uri este de ordinul a 0,02 dB (2σ) la determinarea sensibilității în presiune folosind tehnica reciprocității. Incertitudini mai mari rezultă din etalonarea în câmp liber sau câmp difuz.

Prin nici o altă tehnică nu a fost până acum posibil să se asigure o incertitudine mai mică la determinarea presiunii acustice.

Etaloane de transfer

În mod normal determinarea presiunii acustice ar trebui să ofere întreaga informație necesară din punct de vedere metrologic. Totuși, în metrologia aplicată și în testarea practică a echipamentelor și a materialelor se utilizează etaloane de transfer pentru ușurarea măsurărilor.

Presiunea acustică

După cum am mai menționat, microfoanele etalon de laborator sînt utilizate ca etaloane de transfer între INM-uri pentru menținerea trasabilității reciproce, dar ele sînt adeseori utilizate ca etaloane de referință sau de lucru în laboratoarele importante sau la beneficiar. Cînd sînt folosite ca etaloane de referință sau de lucru, microfoanele sînt de obicei etalonate la un INM utilizînd tehnica de etalonare prin metoda reciprocității. Specificațiile pentru aceste microfoane sînt date în CEI 1094-1. Pentru acoperirea intervalului de frecvență pînă la 40 kHz și a nivelurilor de presiune acustică pînă la 145 dB (20 μ Pa) sînt specificate două tipuri de microfoane. În plus, pistonfoanele și calibratoarele acustice sînt utilizate în general ca etaloane de transfer către utilizatori pentru a face o verificare finală a etalonării întregului lanț de măsurare înainte (și după) ce au fost efectuate măsurările. Aceste etaloane

mal etalonate ele însele cu un microfon etalon de laborator. Specificațiile pentru calibratoarele acustice sînt date în CEI 942. Pentru tipul 0 eroarea tolerată pentru presiunea acustică nominală este - 0,15 dB (1,5%) iar stabilitatea trebuie să fie - 0,05 dB (0,5%).

Intensitatea acustică

Intensitatea acustică se determină cu ajutorul a două microfoane cuplate strîns (sondă intensimetrică), iar specificațiile pentru această sondă și sistemul aferent de măsurare vor apare într-o publicație CEI (în prezent în stadiu de proiect). Există variante speciale ale unui calibrator acustic care să pună în funcțiune ambele microfoane din sonda intensimetrică, dar ele sînt în principiu destinate unor sonde specifice și servesc numai ca instrument de etalonare în - situ pentru utilizatorul final al instrumentului.

Puterea acustică

Mecanismul director în CE și diversele standarde CEN/ISO pretind declararea zgomotului aproape al tuturor echipamentelor viitoare. O mare parte a acestor echipamente nu poate fi deplasată în diverse camere de testare și de aceea este mare nevoie de un etalon de transfer care să emită o putere acustică cunoscută astfel încît să se poată realiza o măsurare comparativă în - situ. O asemenea sursă de putere acustică de referință este descrisă în ISO 6926 și un proiect recent al BCR studiază metodele de etalonare și incertitudinea obținută cînd se utilizează aceste surse.

Alte mărimi derivate

În domeniul audiologiei se utilizează o serie de etaloane de transfer cum ar fi cuploare acustice, simulatoare de ureche, mastoide, simulatoare de cap și de tors (manechin) care sînt definite în diferite standarde CEI. Căștile audiometrice etalon servesc de asemenea ca etaloane de transfer. Toate acestea sînt de o mare importanță pentru etalonarea audiometrelor etc.

Un alt domeniu de o mare importanță financiară îl reprezintă acustica construcțiilor. În mod normal toate măsurările în acest domeniu sînt bazate pe măsurări acustice, timpurile de ecou, etc. Acestea pot fi

misie pentru măsurarea izolației acustice a pereților etc. Deși specificațiile de bază pentru aceste camere de măsurare sînt date în standardele ISO, camerele de măsurare diferă în funcție de teste și de laboratoare. În ultimii circa 10 ani s-a efectuat un număr crescînd de intercomparări între laboratoarele europene de testare (incluzînd INM) unde mostrele sau materialele de referință, cum ar fi o fereastră sau ușă, au circulat între laboratoarele participante. Asemenea materiale de referință servesc ca obiect de transfer utilizat pentru etalonarea încăperilor de măsurare și a aparatului de măsurare utilizate în diferite laboratoare de testare.

Trasabilitate

Un aspect caracteristic în acustică este că s-a depus un efort deosebit pentru dezvoltarea și descrierea metodelor de etalonare și măsurare a traductoarelor și aparatelor (microfoane, căști, cuploare, surse de referință etc.). Aceasta permite oricărui laborator suficient de bine echipat sub raportul dotării și personalului să-și stabilească propriile referințe metrologice. Recunoașterea reciprocă a rezultatelor este atunci stabilită prin intercompararea etalonărilor între laboratoare.

Un alt aspect este că incertitudinea etalonării microfonului etalon de laborator în principalele INM-uri este de cca. 0,03 dB (2σ), în timp ce citirea pe un sonometru de clasă 0 trebuie să aibă precizia în intervalul $\pm 0,4$ dB în condiții de referință. Chiar dacă cele mai multe dintre aceste incertitudini pot fi puse pe seama etalonării microfoanelor, intervalul dintre stabilirea incertitudinii la INM și cerința utilizatorului final al echipamentului de măsurare este destul de mic și nu admite un lanț lung al laboratoarelor de etalonare în transmiterea etalonării microfoanelor.

Instituirea trasabilității în Europa se bazează pe cîteva INM-uri importante (laboratoare primare implicate în cercetarea și dezvoltarea continuă privind realizarea unității de bază, presiunea acustică și a unităților derivate, intensitatea și puterea acustică. Un număr de laboratoare de etalonare locale (laboratoare de referință) vor trebui să mențină un nivel ridicat de etalonare în cadrul intercomparărilor periodice cu laboratoarele primare. Aceste laboratoare primare și laboratoare de referință (secundare) oferă servicii de etalonare tuturor laboratoarelor acreditate din zonă. Dacă este cazul, un laborator primar va purta responsabilitatea oferirii de

servicii de etalonare laboratoarelor acreditate dintr-o altă zonă, în urma unei înțelegeri mutuale. Astfel de servicii au fost deja organizate prin EUROMET în alte domenii.

Trasabilitatea între laboratoarele primare și cele secundare va fi asigurată prin diferite etaloane de transfer cum ar fi microfoanele etalon de laborator și, cînd e cazul, prin cursuri de instruire.

Trasabilitatea presiunii acustice va fi obținută prin etalonări în presiune prin metoda reciprocității, majoritatea laboratoarelor secundare utilizînd echipamente de etalonare prin metoda reciprocității disponibile comercial. Cu toate acestea, se pot utiliza numai microfoanele specifice în CEI 1094-1. De asemenea, etalonarea în cîmp liber a aceluiași microfoane va trebui asigurată prin laboratoarele primare.

Transmiterea etalonării de la laboratoarele primare și secundare către laboratoarele acreditate se realizează la diferite niveluri, de exemplu, etalonarea în presiune a microfoanelor prin tehnica reciprocității în cuploare închise, etalonarea în cîmp liber a oricăror microfoane prin tehnica intercomparării, utilizarea calibratoarelor acustice și a pistonfoanelor, a surselor etalon de putere acustică, toate tipurile de etaloane de transfer pentru domeniul audiologic etc.

Trasabilitatea între diferite laboratoare europene nu a fost încă confirmată printr-o intercomparare recentă privind unitățile menționate mai sus. Era de așteptat ca la sfîrșitul anului 1992 trasabilitatea etalonării în presiune și în cîmp liber a microfoanelor etalon de laborator de tip LSI și LS2 specificate în CEI 1094-1 să fie introdusă între unele INM-uri. De asemenea metodele de etalonare a calibratoarelor acustice, a surselor etalon de putere acustică și a sondelor intensimetrice să fie adoptate prin proiecte finanțate de BCR. În domeniul audiologic există o cerere crescîndă pentru etalonarea căștilor audiometrice și o intercomparare organizată urmează să înceapă în viitorul apropiat în cadrul INM-urilor.

Se recomandă călduros ca toate laboratoarele primare și secundare (toate INM-urile) să adere în viitor la planuri de intercomparare pentru etalonarea în presiune a microfoanelor de tip LSI și LS2, pentru a menține trasabilitatea riguroasă la unitatea de bază, presiunea acustică. O asemenea intercomparare ar putea fi organizată sub auspiciile BCR sau EUROMET utilizînd microfoanele din dotarea actuală a BCR. Într-o etapă ulterioară, ar putea fi stabilită și trasabilitatea la unitățile derivate, unde este cazul.

Cu privire la eroarea coeficientului de transformare a valorilor măsurate cu traductoare de forță

NICOLAE FÂNTÂNARU*)

Abstract : The transformation coefficient is defined as the quotient of the applied charge and the output signal brought to the origin. The error of the transformation coefficient is given by the difference between the measured and nominal values of this coefficient. The (percent) error of transformation coefficient of the values measured with six force-transducers is experimentally determined evidencing the exceeding of the permissible error for five of the six transducers as a result of a long period of use.

Résumé : Le coefficient de transformation est défini comme le rapport de la charge appliquée et du signal apporté à l'origine. L'erreur du coefficient de transformation est donnée par la différence entre la valeur mesurée et la valeur nominale de cet coefficient. On détermine expérimentalement l'erreur (en pour-cents) du coefficient de transformation des valeurs mesurées par six traducteurs de force mettant en évidence le dépassement des valeurs tolérées au cinq des six traducteurs essayés comme conséquence de la longue période d'utilisation.

1. Definiția coeficientului

Coeficientul de transformare k se definește ca raportul dintre valoarea sarcinii aplicate F și valoarea medie a semnalului de ieșire $\bar{e}$ corespunzător acestei sarcini : $k = F/\bar{e}$ (kN/ μ m/m, kgf/ μ m/m), semnalul de ieșire fiind adus în origine. Utilitatea acestui coeficient constă în ceea că, înmulțind indicația punții tensometrice (calculată în origine) cu valoarea acestui coeficient, se obține valoarea forței în unități de forță : $F = k\bar{e}$ (kN, kgf).

Caracteristicile traductoarelor încercate

Tabelul 1

Nr. crt.	Traductorul Philips examinat			Sarcina nominală F_n		Coeficientul de transformare nominală k_n
	Nr. D	Tip PR	Solicita-rea	kN	kgf	
1	1009	9227/05	Trac- țiune	4,90	500	0,25
2	802	9227/20		19,61	2000	1
3	1327	9226/02	Compre- siune	19,61	2000	1
4	1352					
5	955	9226/05		49,03	5000	2,5
6	1013					

În cazul traductoarelor Philips tip PR 9227 și PR 9226, asociate cu puntea Philips tip PR 9302 pentru măsurarea forțelor [2], fabricantul indică aplicarea unui coeficient de transformare (nominal) k_n dat în tabelul 1. Valoarea acestui coeficient rezultă din construcția traductoarelor care au constanta de calibrare nominală de 1 mV/V, respectiv un semnal de ieșire (adus în origine) de 2000 μ m/m la sarcina nominală F_n , oricare ar fi aceasta [1].

În tabelul 2 se descriu parametrii metrologici determinați în scopul obținerii erorii procentuale e_k a coeficientului de transformare, iar în fig. 1 este reprezentată variația valorilor

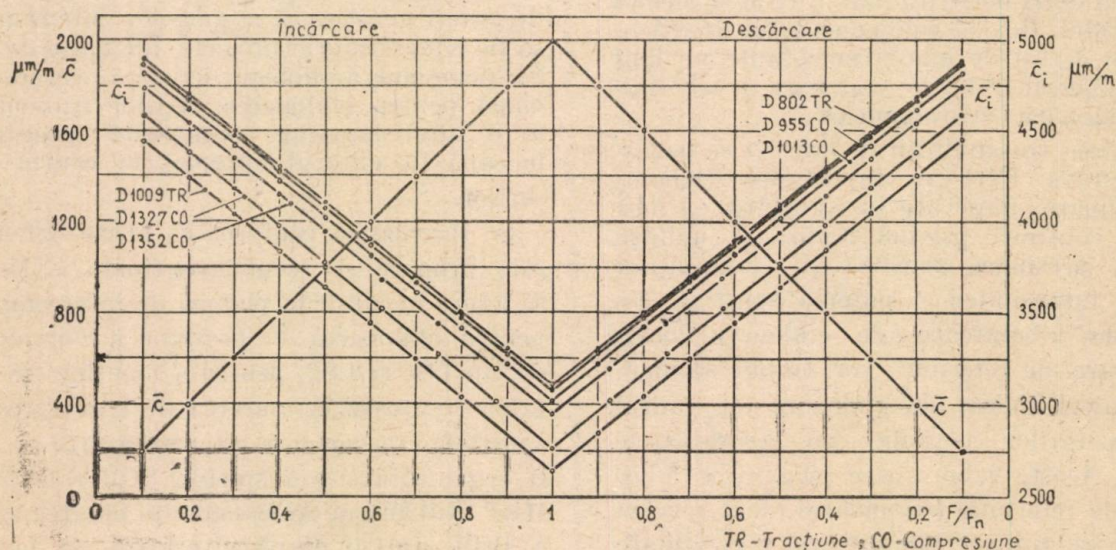


Fig. 1

* Institutul Național de Metrologie, Laboratorul Forțe-Durități, Timișoara 4, str. Crizantemelor nr. 64

medii a semnalelor de ieșire citite la puntea tensometrică $\bar{\epsilon}_t$, precum și valoarea medie a semnalului de ieșire adusă în origine $\bar{\epsilon}$, care practic, la această scară, se suprapune pentru toate cele șase traductoare încercate, după cum rezultă din fig. 1.

2. Încercările efectuate

Încercarea traductoarelor menționate în tabelul 1 s-a executat la mașina etalon cu încărcări directe de 50 kN, cu incertitudinea de $5 \cdot 10^{-5}$. Clasa de exactitate a acestor traductoare fiind 0,5, raportul de exactitate la transmiterea unității de măsură a forței rezultă [4; 5]: clasă traductor/clasă etalon = $0,5\% / 5 \cdot 10^{-5}$. $100\% = 100$, valoarea minimă care trebuie asigurată acestui raport fiind în general 10.

Traductoarele s-au încercat la zece trepte de sarcină uniform repartizate pe intervalul de măsurare, cu excepția traductoarelor D 1327 și D 1352 care s-au încercat la nouă trepte de sarcină, amănunte menționate într-o lucrare anterioară [3]. Treptele de sarcină s-au aplicat în sens crescător până la sarcina nominală F_n , iar de aici în sens descrescător până la zero. Fiecare treaptă de sarcină s-a aplicat de cîte șase ori în aceleași condiții.

3. Rezultatele obținute

Determinarea erorii coeficientului de transformare s-a efectuat după formula din tabelul 2 pe cale analitică. Rezultatele obținute sînt cuprinse în tabelul 3 pentru primul traductor încercat (D 1009) și în tabele similare pentru celelalte traductoare. Cu ajutorul datelor din aceste tabele, în fig. 2 s-a reprezentat variația erorii procentuale a coeficientului de transformare în funcție de sensul aplicării forței (încărcare-descărcare) și de natura solicitării (tracțiune-compresiune). În partea din dreapta a fig. 2 s-a reprezentat și delimitarea intervalului de variație al acestor erori corespunzătoare întregului interval de măsurare, pentru tragerea unor concluzii, după cum urmează.

3.1 Dependența erorii e_k de sensul aplicării forței

La încărcare, eroarea e_k variază în intervalul $(-0,38 \dots 0,52)\%$ pentru traductoarele D 1009, D 1352 și D 955, respectiv în intervalul $(-2,77 \dots 0,89)\%$ pentru traductoarele D 802, D 1327 și D 1013 care depășesc clasa de exactitate 0,5.

La descărcare, eroarea e_k variază în intervalul $(-6,85 \dots 0,76)\%$ depășind vizibil clasa de exactitate, cu excepția traductorului D 1009 la care variază în intervalul $(-0,35 \dots 0,02)\%$.

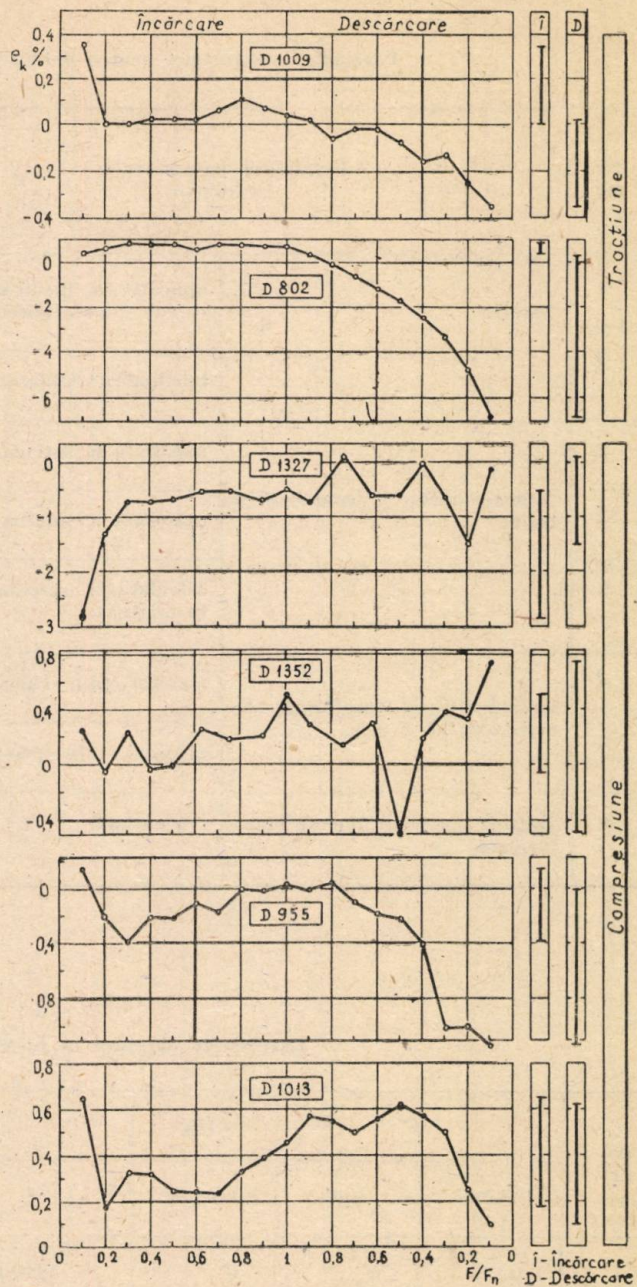


Fig. 2

3.2 Dependența erorii e_k de natura solicitării

La tracțiune, eroarea e_k variază în intervalul $(-0,35 \dots 0,35)\%$ la traductorul D 1009, respectiv în intervalul $(-6,85 \dots 0,89)\%$ la traductorul D 802 care depășește cu mult clasa de exactitate.

La compresiune, eroarea e_k variază în intervalul $(-2,77 \dots 0,76)\%$, toate cele patru traductoare depășind clasa de exactitate.

Concluzii

Eroarea coeficientului de transformare a traductoarelor încercate înregistrează în ansamblu valori în intervalul $(-6,85 \dots 0,89)\%$.

Tabelul 2

Parametrii metrologiei pentru definirea erorii coeficientului de transformare

Nr. crt.	Denumirea parametrului metrologic		U/M	Simbolul și relația de calcul
1	Sarcina	aplicată la încărcarea (descărcarea) traductorului	kN; kgf	F
2		nominală a traductorului		
3	Valoarea medie a semnalului de ieșire	măsurată la sarcina zero	$\frac{\mu m}{m}$	F_n
4		măsurată la sarcina F		$\bar{c}_0$
5		calculată la sarcina F (adusă în origine)		$\bar{c}_t$
6	Coeficientul de transformare la orice sarcină $F \leq F_n$	rezultat (din valori măsurate)	$\frac{kN}{\mu m/m}$	$k = \frac{F}{\bar{c}}$
7		nominal (din prospect)	$\frac{kgf}{\mu m/m}$	k_n
8	Eroarea coeficientului de transformare	procentuală	%	$e_k = \frac{k - k_n}{k_n} \cdot 100$

Tabelul 3

Rezultatele obținute la încercarea traductorului D 1009

Nr. crt.	F		F/F_n	$\mu m/m$		$\frac{kgf}{\mu m/m}$	%
	kN	kgf	kN/kN	$\bar{c}_t$	$\bar{c}$	k	e_k
1	0	0	0	4640,0	0	—	—
2	0,49	50	0,1	4441,7	199,3	0,25088	0,35
3	0,98	100	0,2	4240,0	400,0	0,25000	0
4	1,47	150	0,3	4039,7	600,0	0,25000	0
5	1,96	200	0,4	3840,0	799,8	0,25006	0,02
6	2,45	250	0,5	3640,0	999,8	0,25005	0,02
7	2,94	300	0,6	3440,0	1199,7	0,25006	0,02
8	3,43	350	0,7	3241,0	1399,2	0,25014	0,06
9	3,92	400	0,8	3042,3	1598,3	0,25027	0,10
10	4,41	450	0,9	2842,0	1798,7	0,25018	0,07
11	4,90	500	1,0	2641,3	1999,2	0,25010	0,04
12	4,41	450	0,9	2840,3	1799,7	0,25004	0,02
13	3,92	400	0,8	3038,7	1601,0	0,24984	-0,06
14	3,43	350	0,7	3239,3	1400,3	0,24995	-0,02
15	2,94	300	0,6	3440,0	1200,2	0,24996	-0,02
16	2,45	250	0,5	3640,0	1000,8	0,24980	-0,08
17	1,96	200	0,4	3838,7	801,3	0,24959	-0,16
18	1,47	150	0,3	4039,0	600,8	0,24967	-0,13
19	0,98	100	0,2	4239,0	401,0	0,24938	-0,25
20	0,49	50	0,1	4439,0	200,7	0,24913	-0,35
21	0	0	0	4639,7	0,3	—	—

depășind vizibil clasa de exactitate, excepție făcând traductorul D 1009 cu intervalul $(-0,35 \dots 0,35) \%$. În concluzie, cinci din cele șase traductoare încercate sînt improprii măsurării forței prin utilizarea coeficientului de transformare, impunîndu-se repararea și reetalo-narea lor.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Constantinescu I. N., Ștefănescu D. M., Sandu M. A. Măsurarea mărimilor mecanice cu ajutorul tensometriei. Editura Tehnică, București 1989
- [2] Doza Philips PR 9227 pentru forțe de întindere și doza Philips PR 9226 pentru forțe de comprimare. Prospekte ale firmei Philips/Eindhoven
- [3] Fântănaru N. Repetabilitatea valorilor măsurate cu traductoare de forță. Calitate, fiabilitate, metrologie. nr. 7-8/1990, p. 258-263
- [4] Millea A. Cartea metrologului-Metrologie generală Editura Tehnică, București 1985
- [5] Millea A. Exactitatea, justetea și fidelitatea măsurărilor (pe marginea standardului internațional ISO-DIS 5725-1). Metrologie, nr. 2/1991, p. 53.

Aparat digital pentru măsurarea mărimilor ce produc deformații în materiale sau deplasări

Abstract: The work presents a solution for realizing a digital instrument for measuring strains of materials, or shifts using tensometric transducers. The advantages of this solution, which eliminates the inconvenients of analogic tensometers, consist of a good measuring accuracy, higher sensibility, multiple measuring possibilities, reduced dimensions and a simplicity and facility in exploitation.

Résumé: L'ouvrage présente une solution pour réaliser un instrument numérique pour mesurer des tensions en matériaux ou les déplacements en utilisant des traducteurs tensiométriques. Les avantages de cette solution qui élimine les inconvénients des tensiomètres analogiques sont : bonne précision du mesurage, plus haute sensibilité, possibilités multiples de mesurage, dimensions réduites, simplicité et légèreté d'exploitation.

Aparatul realizat necesită, pentru convertirea mărimii mecanice de măsurat în mărime electrică, un traductor tensiometric.

Aparatul poate măsura cu traductoare : rezistive, inductive sau capacitive. Deoarece sub acțiunea mărimii de măsurat are loc o modificare de stare a traductorului, care, fiind o consecință a unor legi fizice cunoscute teoretic sau experimental, conține informația necesară determinării valorii acestei mărimi, este necesar ca traductoarele să aibă anumite caracteristici statice și dinamice : dependență liniară a funcției de intrare-ieșire, adaptabilitate la mărimea de măsurat și influență redusă asupra procesului măsurat, sensibilitate mare a

BRÂNDUȘA PANTELIMON*, ADRIAN ZETREANU**

traductorului, influență redusă din partea mediului.

Aparatul funcționează după schema bloc din fig. 1.

Generatorul de semnal compus din oscilatorul 4 (oscilator LC tip Colpits, cu o bună stabilitate a frecvenței) ce generează un semnal sinusoidal cu frecvența de 5 kHz și ampli-

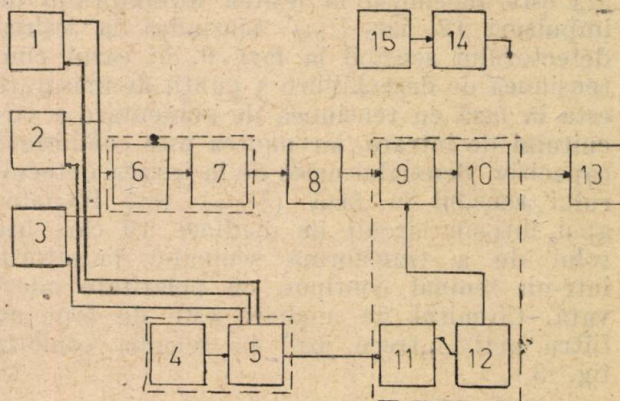


Fig. 1 Schema bloc a aparatului

ficatorul de putere 5 care amplifică acest semnal la nivelul necesar alimentării punții de măsurare 1. Semnalul sinusoidal pentru circuitul de etalonare și pentru demodulator este captat tot de la generator.

Semnalul preluat de pe diagonala de măsurare a punții 1, care poate fi cu 1; 2 sau 4 traductoare, este introdus într-un preamplificator compus din amplificatorul de intrare 6, care este un amplificator diferențial ales pentru a rejecta eventualele perturbații ce apar în modul comun și filtrul „trece jos” 7 care „curăță” semnalul de eventualele armonici sau zgomote. Semnalul este apoi introdus

* Universitatea Politehnică București, Splaiul Independenței 313

** Intreprinderea Semănătoarea S.A., Splaiul Independenței

în amplificatorul final 8 care îl ridică la nivelul necesar acționării demodulatorului compus din blocurile 9; 10; 11; 12.

Blocul 11 este un circuit defazor RC, alimentat cu semnal sinusoidal de la generator și oferă două semnale defazate cu 90° , necesare în momentul echilibrării capacitive a aparatului cu ajutorul circuitului de echilibrare capacitivă 3. Blocul 12 este un formator de impulsuri (trigger *Schmidt*) care generează impulsurile necesare acționării detectorului sensibil la fază 9 ca în fig. 2, în care: U_{AF} este

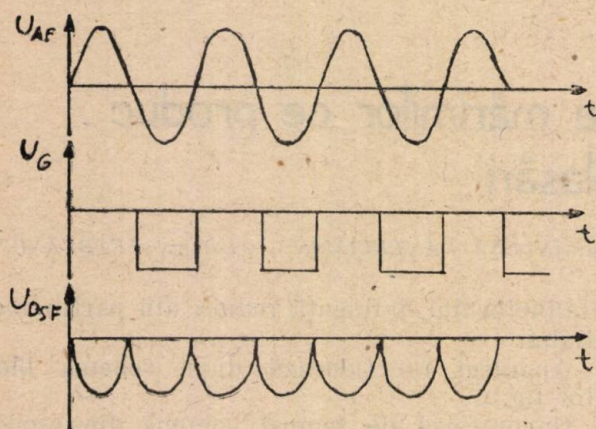


Fig. 2 Diagrama impulsurilor

tensiunea la ieșirea amplificatorului final 8, U_G este tensiunea la ieșirea formatorului de impulsuri 12, iar U_{DSF} tensiunea la ieșirea detectorului sensibil la fază 9, în cazul când tensiunea de dezechilibru a punții de măsurare este în fază cu tensiunea de alimentare a circuitului de intrare, iar puntea este echilibrată capacitiv. Semnalul cules de la ieșirea detectorului sensibil la fază (U_{DSF}) este introdus apoi într-un circuit de mediere 10 care are rolul de a transforma semnalul pulsatoriu într-un semnal continuu cu polaritate adecvată. Circuitul de mediere este de fapt un filtru activ „trece jos” cu schema conform fig. 3:

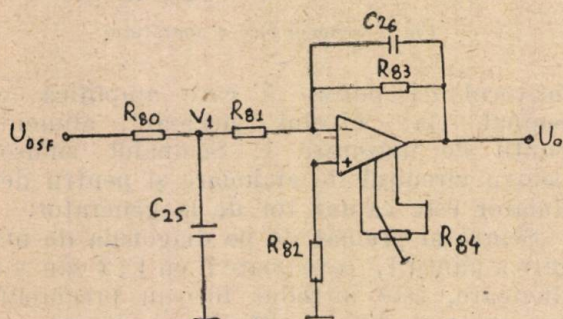


Fig. 3 Schema electrică a circuitului de mediere

Filtrul are următoarea funcție de transfer:

$$\frac{U_{DSF}}{R_{80}} = V_1 j\omega C_{25} + \frac{V_1}{R_{81}} \quad (1)$$

$$V_1 = \frac{R_{81} U_{DSF}}{R_{80} + R_{81} + j\omega C_{25} \cdot R_{80} \cdot R_{81}} = \frac{R_{81}}{R_{80} + R_{81}} \cdot U_{DSF} \cdot \frac{1}{1 + j\omega C_{25} \frac{R_{80} R_{81}}{R_{80} + R_{81}}} \quad (2)$$

$$U_0 = \frac{\frac{R_{83}}{j\omega C_{26}}}{R_{83} + \frac{1}{j\omega C_{26}}} \cdot \frac{V_1}{R_{81}} = \frac{R_{83}}{R_{81}} \cdot \frac{j\omega C_{26} + 1}{R_{81}} \cdot V_1 \quad (3)$$

$$U_0 = \frac{R_{83}}{R_{83} + R_{81}} \cdot$$

$$\frac{U_{DSF}}{(1 + j\omega C_{26} R_{83})(1 + j\omega C_{25} \frac{R_{80} R_{81}}{R_{80} + R_{81}})} \quad (4)$$

Deci la ieșirea blocului 10 semnalul este o tensiune continuă de amplitudine și semn proporțională cu mărimea de măsurat, aplicată blocului 13, care este circuitul de afișare digitală.

Aceasta este un milivoltmetru electronic realizat cu circuitele C520D și D147

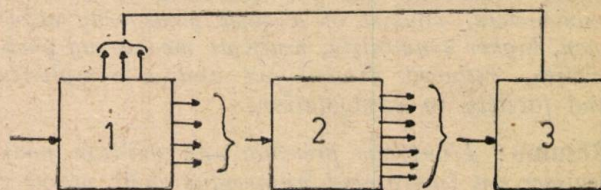


Fig. 4 Schema bloc a milivoltmetrului electronic

Blocul 1 realizează conversia analog digitală a semnalului cit și o multiplicare, oferind pe rînd tensiunea necesară celor 3 digiți ce compun blocul 3.

Blocul 2 este un decodificator care transformă informația pe 4 biți în logica negativă primită de la blocul 1 în comanda pe 7 căi necesară celor 7 segmente ale fiecărui digit:

În concluzie s-a realizat un aparat digital cu următoarele caracteristici metrologice: intervalul de frecvență: $0 \dots \pm 10\,000 \mu\text{m/m}$, eroarea la ieșirea în tensiune a blocului electronic $\pm 0,5\%$ digital de ± 1 digit, eroarea de fidelitate la ieșirea în tensiune ± 1 digit.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Ilescu C., Golovanov C. Măsurî electrice și electronice EDP 1983
- [2] Nicolau E. Manualul inginerului electronist. Măsurări electronice. Ed. Tehnică 1979
- [3] Buzdugan Gh. Tensometrie electrică rezistivă Ed. Tehnică, 1966
- [4] * * * I.E.M.I. București — Catalog de aparate, 1985
- [5] * * * Tensometru electronic cu 1 canal tip N-2301, Cartea tehnică

Sînt calorimetrele mijloace de măsurare de interes public?

Importanța mărimilor fizice caracteristice calorimetriei (putere calorică, capacitate calorică masică, conductivitate termică, difuzivitate termică) ca, de altfel și a altor mărimi de material complementare (factor energetic de emisie, densitate, viscozitate etc.) constă în faptul că servesc la analiza cantitativă a proceselor termice, care sînt descrise calitativ prin legile termodinamicii.

Evidențiind activitățile în care informațiile de măsurare din acest domeniu au implicații economice majore, cum ar fi: comercializarea combustibililor considerînd nu numai cantitatea ci și calitatea lor (puterea calorică), comercializarea unor materiale de construcție considerînd și calitățile lor termoizolatoare (conductivitatea termică, difuzivitatea termică), pot apare ca inevitabile o serie de întrebări:

— Sînt interesați producătorii (întreprinderi miniere) și utilizatorii (centrale termoelectrice) de calitatea combustibililor sau prețul energiei termice și electrice, indiferent de „ce”

și „cît” se introduce în focarul cazanelor, este suportat ca atare de consumator?

— Poate fi obligat consumatorul direct de combustibil solid, lichid sau gazos să îl plătească doar pe considerente cantitative, indiferent de calitate?

— Nu ar trebui ca producătorii sau utilizatorii de materiale de construcție (proiectanți, constructori) să fie interesați și de calitățile termoizolante ale acestora, considerînd și beneficiul pe planul confortului casnic și al economiei de materiale și energie?

O analiză în vederea găsirii răspunsurilor corecte nu se poate încheia decît cu concluzia că mijloacele de măsurare de lucru din acest domeniu, precum și măsurările efectuate, trebuie să se bucure de o atenție deosebită prin cuprinderea, la momentul oportun, în „Lista Oficială a mijloacelor de măsurare legale, supuse controlului metrologic al statului” (potrivit Anexei nr. 2 la Ordonanța nr. 20 din 21.08.1992).

M. Scocioreanu

REVISTA NOASTRĂ ÎMPLINEȘTE

40

ANI DE EXISTENȚĂ

Cu această ocazie felicităm
pe toți cititorii și mulțumim
colaboratorilor noștri.

PARTEA OFICIALĂ

ORDIN NR. 04

În temeiul Ordonanței Guvernului nr. 20/1992 privind activitatea de metrologie;
În baza prevederilor Hotărîrii Guvernului nr. 481/1992 privind organizarea și funcționarea Biroului Român de Metrologie Legală;

Văzînd avizul Ministerului Finanțelor din 28 ianuarie 1993 privind tarifele ce vor fi aplicate în anul 1993 pentru operațiunile de verificări și etalonări ale mijloacelor de măsurare ce se supun obligatoriu controlului metrologic al statului;

Directorul General al Biroului Român de Metrologie Legală, numit prin Decizia nr. 79/1992 a Primului Ministru al Guvernului României, emite următorul

ORDIN :

Art. 1. — Se aprobă „LISTA OFICIALĂ — 1993 a mijloacelor de măsurare supuse obligatoriu controlului metrologic al statului”, care intră în vigoare la data de 1 februarie 1993.

Art. 2. — Tarifele prevăzute în „LISTA OFICIALĂ — 1993 a mijloacelor de măsurare supuse controlului metrologic al statului” aprobate prin prezentul Ordin, sînt obligatorii pentru laboratoarele teritoriale ale Biroului Român de Metrologie Legală, Institutului Național de Metrologie București și pentru laboratoarele autorizate de Biroul Român de Metrologie Legală să efectueze etalonarea și verificarea unor categorii de mijloace de măsurare incluse în această Listă.

Art. 3. — Pe data de 1 februarie 1993 se abrogă :

— Lista Oficială (L.O. — 1979) și pct. 1, 2, 23, 26 și 27 din textul Normei tehnice de metrologie NTM 0-1-79, „Transmiterea unităților de măsură”, aprobată prin Ordinul nr. 288 din 29.12.1979, al Inspectorului General de Stat al Inspectoratului General de Stat pentru Controlul Calității Produselor. Textul

neabrogat al normei va fi interpretat în conformitate cu reglementările de metrologie legală în vigoare;

— Ordinul Președintelui Comisiei Naționale pentru Standarde, Metrologie și Calitate nr. 30 din 7 februarie 1991, prin care s-a aprobat „Lista de tarife pentru operațiile de verificare și etalonare metrologică executate de către Institutul Național de Metrologie”;

— Ordinul Președintelui Comisiei Naționale pentru Standarde, Metrologie și Calitate nr. 7 din 17 ianuarie 1992, prin care s-a aprobat aplicarea unui coeficient 2 la „Lista de tarife pentru operațiile de verificare și etalonare metrologică a mijloacelor de măsurare” aprobată prin Ordinul nr. 30 din 7 februarie 1991.

Art. 4. — Inspecțiile Interjudețene de Metrologie, Laboratoarele teritoriale de metrologie, Institutul Național de Metrologie București precum și laboratoarele autorizate, vor aduce la îndeplinire dispozițiile prezentului ordin.

București, dat astăzi 29.01.1993.

LISTA OFICIALĂ — 1993

a mijloacelor de măsurare supuse obligatoriu controlului metrologic al statului

ÎNDRUMĂRI METODOLOGICE

1. Prezenta Listă Oficială (L.O. — 1993) stabilește în conformitate cu prevederile ORDONANȚEI GUVERNULUI nr. 20/1992 (art. 3, art. 13, art. 15, art. 20 și anexa 2) mijloacele de măsurare supuse obligatoriu controlului metrologic al statului, prin verificări sau etalonări.

2. În scopul asigurării exactității și uniformității măsurărilor, precum și a protejării persoanelor fizice și juridice împotriva efectului nociv al unor măsurări incorecte sau false, se supun obligatoriu controlului metrologic al statului două categorii principale de mijloace de măsurare, și anume :

a) *mijloacele de măsurare etalon* (măsurători, aparate, instalații etc.) utilizate pentru reproducerea și conservarea unităților de măsură, precum și pentru transmiterea acestora la mijloacele de măsurare de lucru, în toate domeniile de măsurare;

b) *mijloacele de măsurare de lucru* destinate măsurărilor în domeniile de interes public și prevăzute în anexa 2 la ORDONANȚA GUVERNULUI nr. 20/1992.

3. Domeniile de interes public, în sensul prevăzut de ORDONANȚĂ, sînt cele în care, pe bază de măsurare, se realizează :

a) tranzacții comerciale (activități referitoare la mărfuri, produse și servicii ale căror costuri sînt determinate pe bază de măsurări);

b) determinarea unor mărimi importante pentru sănătatea oamenilor (medicină, farmacie, fabricarea și controlul medicamentelor), protecția muncii și a mediului, supravegherea și siguranța traficului de călători și mărfuri;

c) determinarea unor impozite, taxe, tarife, prime, amenzi, remunerații, indemnizații sau alte redevențe de tip similar;

d) determinarea unor mărimi necesare pentru aplicarea unor normative oficiale cu caracter obligatoriu (vamale, fiscale, poștale, geodezice și cadastru) și în expertizele judiciare;

e) preambalarea produselor destinate vânzării cu amănuntul direct către public;

f) determinarea unor mărimi ce afectează interesele cetățenilor (concentrația de zahăr și de alcool în băuturi, concentrația de grăsimi în lapte și unt, masa hectolitrică și umiditatea cerealelor etc.).

4. Se supun obligatoriu controlului metrologic al statului, prin verificări sau etalonări, mijloacele de măsurare care îndeplinesc, simultan, următoarele două condiții: sînt înscrise în LISTA OFICIALĂ și sînt utilizate în domeniile de interes public menționate mai sus, ori ca etaloane.

5. LISTA OFICIALĂ cuprinde sortimentele de mijloace de măsurare prezentate în două capitole:

a) Cap. I — mijloace de măsurare etalon (cod E);

b) Cap. II — mijloace de măsurare de lucru (cod L).

În cadrul fiecărui capitol, sortimentele de mijloace de măsurare sînt clasificate în raport cu mărimile fizice pe care le măsoară.

6. LISTA OFICIALĂ stabilește sortimentele de mijloace de măsurare care trebuie declarate înainte de instalare, în vederea obținerii avizului de punere în funcțiune, precum și pe acelea a căror etalonare/verificare se face obligatoriu numai la fața locului (indicate în L. O. prin notele (1), respectiv (2)).

7. Mijloacele de măsurare se supun obligatoriu, inițial sau/și periodic, operațiilor de etalonare sau verificare metrologică la intervale de timp ce nu trebuie să depășească pe cele limită stabilite prin LISTA OFICIALĂ.

Verificarea sau etalonarea se face:

— *inițial*, asupra fiecărui mijloc de măsurare, fabricat sau importat, înainte de vânzarea lui către beneficiari, precum și asupra fiecărui mijloc de măsurare reparat, înainte de darea lui în folosință;

— *periodic*, asupra mijloacelor de măsurare în folosință.

Notăția I, în coloana 2 a L.O. precizează că, mijlocul de măsurare respectiv se verifică sau se etalonează numai inițial, nu și periodic.

8. Costul lucrărilor ocazionate de efectuarea etalonărilor și verificărilor metrologice se suportă de beneficiarii acestor lucrări și se determină pe baza tarifelor aprobate prin LISTA OFICIALĂ pentru:

a) operațiile de etalonare și verificare metrologică;

b) operațiuni de asistență tehnică.

La aceste tarife se adaugă cheltuielile ocazionate de transportul utilajelor, etaloanelor și personalului metrologic necesar verificării/etalonării la fața locului.

9. Tarifele menționate la pct. 8 de mai sus, trebuie respectate obligatoriu atît de organismele teritoriale ale Biroului Român de Metrologie Legală, cit și de alte laboratoare autorizate de Biroul Român de Metrologie Legală să efectueze etalonarea și verificarea mijloacelor de măsurare prevăzute în LISTA OFICIALĂ.

10. Tarifele pentru operațiile de verificare și etalonare metrologică sînt înscrise în coloanele 3, respectiv 4 ale LISTEI OFICIALE.

Pentru operațiuni de asistență tehnică efectuate odată cu verificarea sau etalonarea metrologică (reglaje suplimentare față de cele prevăzute în normele de metrologie; consultanță tehnică pentru punere în funcțiune, utilizare și întreținere a mijloacelor de măsurare) se încasează un tarif de 600 lei/oră efectiv prestată.

La verificarea/etalonarea mijloacelor de măsurare care, conform L.O. — nota (2) se verifică obligatoriu la fața locului, beneficiarul este obligat să suporte cheltuielile efectuate pentru transportul, dus-întors, al utilajelor, etaloanelor și personalului metrologic necesar sau, după caz, să asigure acest transport.

În cazul în care, la cererea beneficiarului, se execută verificarea la fața locului și pentru mijloace de măsurare la care nu este prevăzută obligativitatea verificării la fața locului, acesta trebuie să suporte cheltuielile pentru transportul, dus-întors, al utilajelor, etaloanelor și personalului metrologic necesar sau, după caz, să asigure acest transport.

Tarifele pentru transport sînt următoarele:

a) în cazul efectuării transportului cu mijloacele auto din dotarea organismelor teritoriale ale BIROULUI ROMÂN DE METROLOGIE LEGALĂ:

— 100 lei/km la transport cu autolaborator DACIA;

— 150 lei/km la transport cu autospeciale de 10...20 t pentru verificarea podurilor basculă.

b) în cazul efectuării transportului cu mijloace de transport în comun (autobuz, tren etc.), tariful va fi echivalent cu costul transportului practicat de societatea de transport respectivă.

LISTA OFICIALĂ

a mijloacelor de măsurare supuse obligatoriu controlului metrologic al statului

CAP. I Mijloace de măsurare etalon (E)

Număr poziție L.O.	Denumirea mijlocului de măsurare	Perioada maximă a verificării/ etalonării (ani)	Tarife (lei)	
			verificare	etalonare
0	1	2	3	4
1.	Mijloace pentru măsurat MĂRIMI DE SPAȚIU ȘI TIMP			
	LUNGIME			
1.1.	Rigle gradate, metalice și din sticlă:	3		5 200
1.1.1.	cu incertitudine $\pm (0,1 + 0,2 L) \mu\text{m}$ la lungimea totală			
	— pentru fiecare reper suplimentar			1 040
1.1.2.	cu incertitudine $\pm (1 + 5 L) \mu\text{m}$ la lungimea totală			2 600
	— pentru fiecare reper suplimentar			312
1.1.3.	cu incertitudine $\pm (20 + 30 L) \mu\text{m}$ la lungimea totală			932
	— pentru fiecare reper suplimentar			78
1.2.	Plăcuțe micrometrice	3		2 000
1.3.	Rulete și panglici fără lest :	2		
1.3.1.	cu L până la 5 m inclusiv		104	312
1.3.2.	cu L peste 5 m			
	— pentru fiecare interval suplimentar de 5 m peste 5 m		52	104
1.4.	Rulete și panglici cu lest	2	208	416
1.4.1.	cu L până la 5 m inclusiv			
1.4.2.	cu L peste 5 m			
	— pentru fiecare interval suplimentar de 5 m peste 5 m		52	208
1.5.	Fire geodezice din invar	1	2 560	5 200
1.6.	Bază de verificat rulete și panglici (1) ; (2)	2		
1.6.1.	cu L până la 5 m			5 200
1.6.2.	cu L peste 5 m			
	— pentru fiecare interval suplimentar de 5 m peste 5 m			520
1.7.	Cale plan-paralele etalon secundar ord. I (clasa 00), cu L până la 100 mm :	2		
1.7.1.	cu $0,25 < L \leq 100$ mm		208	416
1.8.	Cale plan-paralele etalon secundar ord. II (clasa 0)	1		
1.8.1.	cu $0,5 \leq L \leq 25$ mm		63	140
1.8.2.	cu $25 < L \leq 100$ mm		78	156
1.8.3.	cu $100 < L \leq 250$ mm		242	416
1.8.4.	cu $250 < L \leq 1\,000$ mm		743	1 664
1.9.	Cale plan-paralele etalon secundar ord. III ... V (clasă 1 ... 4)	1		
1.9.1.	cu $0,5 \leq L \leq 25$ mm		57	110
1.9.2.	cu $25 < L \leq 100$ mm		65	130
1.9.3.	cu $100 < L \leq 250$ mm		200	312
1.9.4.	cu $250 < L \leq 1\,000$ mm		260	416
1.10.	Accesorii ptr. cale plan-paralele/buc		78	
1.11.	Calibre :			
1.11.1.	inel sau tampon	1	130	260
1.11.2.	pentru defectoscoape —			
	tip A_1	2		4 160
	A_2			2 600
	A_3			780
	A_4			4 160

0	1	2	3	4
1.11.3.	pentru verificarea grosimii acoperi- rilor	2	433	953
1.12.	Sirme de filet sau dornuri de măsu- rare	2	104	208
1.13.	Instalație pentru verificarea aparate- lor de măsurat elementele căii ferate sau de metrou (1); (2)	2		4 160
1.14.	Comparatoare :			
1.14.1.	electronice și pneumatice, cu un tra- ductor și un interval de măsurare (2)	1	780	1 560
	— ptr. fiecare traductor și interval de măsurare suplimentar		364	728
	— ptr. suport		312	
1.14.2.	optico-mecanice (optimetre, microca- toare, microluxe, tip Abbe) (2)	2		
1.14.2.1.	cu valoarea diviziunii $< 0,001$ mm		1 665	1 870
1.14.2.2.	cu valoarea diviziunii $\geq 0,001$ mm		1 040	1 300
1.15.	Aparate de verificat comparatoare, ex- tensometre mecanice și optico-meca- nice (2)	2		1 560
1.16.	Mașini de măsurat într-o coordonată : (2)	2		
1.16.1.	cu limita superioară < 1 m			
1.16.1.1.	de tip mecanic, cu șurub micrometric		1 820	2 160
1.16.1.2.	de tip optico-mecanic cu valoarea divi- ziunii ≥ 1 μ m		7 010	10 330
1.16.1.3.	de tip optico-mecanic cu valoarea divi- ziunii < 1 μ m		8 950	13 930
1.16.2.	cu limita superioară ≥ 1 m		5 200	19 460
	— pentru fiecare accesoriu supli- mentar		520	
1.17.	Mașini de măsurat în două coordona- te : (2)	2		
1.17.1.	microscopice de atelier		3 900	8 030
1.17.2.	microscopice universale		5 200	13 930
	— ptr. fiecare accesoriu suplemen- tar		520	
1.18.	Mașini de măsurat în trei coordonate : (2)	2		
1.18.1.	cu $L \leq 1$ m		10 400	
1.18.2.	cu $L > 1$ m			
	— ptr. fiecare metru suplimentar		3 630	
	— ptr. fiecare accesoriu suplimentar		520	
1.19.	Rigle pentru controlul rectilinității și planității	1		
1.19.1.	cu lungimea până la 500 mm inclusiv (pentru fiecare muchie sau suprafață activă)		260	520
1.19.2.	cu lungimea peste 500 mm (pentru fie- care muchie sau suprafață activă)		780	1 300
1.20.	Plăci pentru controlul planității :	2		
1.20.1.	cu $S \leq 10$ dm ²		780	1 040
1.20.2.	cu $S > 10$ dm ²			
	— ptr. fiecare dm ² suplimentar peste 10 dm ²		26	52
1.21.	Sticle plane : sticle plan paralele	1	195 195	1 560
1.22.	Aparate electronice de măsurat abateri de la planitate, (2)	2		

0	1	2	3	4
	— ptr. un singur traductor și un interval de măsurare		1 820	2 600
	— ptr. fiecare traductor sau interval de măsurare suplimentar		182	260
1.23.	Măsurări de circularitate	2		1 300
1.24.	Măsurări de rugozitate	2		780
1.25.	Aparate electronice de măsurat rugozitatea, (1); (2)	2		
	— ptr. un singur traductor și un interval de măsurare		1 820	2 600
	— ptr. fiecare traductor sau interval de măsurare suplimentar		182	260
1.26.	Mijloace de măsurare a parametrilor roților dințate :	2		
1.26.1.	roți dințate de măsurare		2 080	3 120
1.26.2.	măsurări de profil			2 600
1.26.3.	măsurări de direcție			2 600
1.26.4.	Aparate pentru controlul complex al roților dințate, pentru o funcție și un interval de măsurare		3 120	5 200
	— ptr. fiecare funcție sau interval de măsurare suplimentar		520	650
	— ptr. fiecare accesoriu		260	390
ARIE				
1.27.	Măsurări de arie	1		520
VOLUM				
1.28.	Micropipete	5	208	2 580
1.29.	Biurete și microbiurete	3	208	2 580
1.30.	Măsurări din sticlă :	10		
1.30.1.	cu volum nominal 2 ... 1 000 cm ³			1 655
1.30.2.	cu volum nominal 2 ... 20 dm ³			2 450
1.31.	Măsurări din metal cu scară gradată :	1		1 450
1.31.1.	cu volum nominal 1 ... 20 dm ³			4 380
1.31.2.	cu volum nominal 50 ... 1 000 dm ³			
1.32.	Măsurări din metal de valoare unică :	1		
1.32.1.	cu volum nominal 50 ... 1 000 dm ³ inclusiv			4 380
1.32.2.	cu volum nominal peste 1 000 dm ³			4 380
1.33.	Instalații cu măsurări de volum : (1); (2)	1		
1.33.1.	pentru verificarea butoaielor de bere			12 935
1.33.2.	pentru verificarea cisternelor auto			12 935
1.33.3.	pentru verificarea vagoanelor cisternă			12 935
1.33.4.	pentru verificarea contoarelor pentru lichide, altele decât apa			12 935
1.34.	Instalații cu contor pentru lichide (1); (2)	1		13 245
1.35.	Instalații pentru verificarea apometrelor (1); (2)	2		6 500
1.36.	Instalații cu clopot pentru verificarea debitmetrelor și contoarelor de gaze (1); (2)	2		8 320
UNGHI PLAN				
1.37.	Cale unghiulare :	1		
1.37.1.	etalon secundar ordin II (clasa 0)			

0	1	2	3	4
1.37.2.	— ptr. fiecare unghi activ etalon secundar ordin III și de lucru (clasa 1 și 2)		156	260
1.38.	— ptr. fiecare unghi activ Poligoane cu 5 ... 72 unghiuri ac- tive :	1	104	156
1.38.1.	etalon secundar ordin I			650
1.38.2.	— ptr. fiecare unghi activ etalon secundar ordin II (clasa 0)			650
1.39.	— ptr. fiecare unghi activ Echere la 90° plate, cu talpă, cu muchie activă :	1	437	650
1.39.1.	cu latura mare până la 400 mm inclu- siv		520	1 040
1.39.2.	cu latura mare peste 400 mm		780	1 560
1.40.	Echere la 90° cilindrice	1		
1.40.1.	cu lungimea generatoarei până la 400 mm inclusiv			1 560
1.40.2.	cu lungimea generatoarei peste 400 mm			2 600
1.41.	Aparate de verificat echere : (1); (2)	1		
1.41.1.	cu $L \leq 400$ mm			2 080
1.41.2.	cu $L > 400$ mm			2 600
1.42.	Nivele :	1		
1.42.1.	cu coincidență		780	1 040
1.42.2.	electronice			
	— ptr. un traductor și un interval de măsurare		390	650
	— ptr. fiecare traductor, interval de măsurare sau funcție suplemen- tară		156	195
1.43.	Autocolimatoare :	1		
1.43.1.	cu valoarea diviziunii $\leq 0,5''$		1 560	2 600
1.43.2.	cu valoarea diviziunii $> 0,5''$		1 040	1 560
1.44.	Interferometre de măsurat unghi (1); (2)	2	6500	7 800
1.45.	Aparate de verificat nivele și autocoli- matoare (1); (2)	1		
1.45.1.	etalon secundar ordin I și II			3 900
1.45.2.	etalon secundar ordin III și de lucru			2 080
1.46.	Mese divizoare cu o axă de rotație : (1); (2)	2		
1.46.1.	etalon secundar ordin II (clasa 0)		3 120	3 900
1.46.2.	etalon secundar ordin III și de lucru (clasa 1, 2 și 3)		2 600	3 120
1.47.	Mese divizoare cu două axe de rotație : (1); (2)	2		
1.47.1.	etalon secundar ordin II (clasa 0)		3 120	3 900
1.47.2.	etalon secundar ordin III și de lucru (clasa 1, 2 și 3)		2 600	3 120
1.48.	Capete divizoare : (1); (2)	2		
1.48.1.	etalon secundar ordin II (clasa 0)		3 900	5 200
	— ptr. fiecare accesoriu suplemen- tar		1 275	1 735
1.48.2.	etalon secundar ordin III și de lucru (clasa 1, 2 și 3)		3 120	3 900
	— ptr. fiecare accesoriu suplemen- tar		910	1 235
1.49.	Goniometre : (1); (2)	2		
1.49.1.	etalon secundar ordin I și II (clasa 0)		5 200	6 500

0	1	2	3	4
1.49.2.	etalon secundar ordin III și de lucru (clasa 1, 2 și 3)		3 900	5 200
1.50.	Teodolite cu valoarea diviziunii $\leq 1''$ (3'')	1	6 500	9 100
TIMP				
1.51.	Orologii atomice și cu cuarț	1	7 175	10 970
1.52.	Cronometre de marină :	2		
1.52.1.	mecanice			3 260
1.52.2.	cu cuarț			4 120
1.53.	Cronometre digitale	1	2 015	4 360
VITEZĂ LINIARĂ				
1.54.	Instalații pentru verificarea instalațiilor de măsurat viteza la locomotive și rame de metrou (2)	1		2 585
1.55.	Instalații pentru verificarea traductoarelor de măsurare a vitezei la locomotive și rame de metrou (2)	1		1 455
1.56.	Instalații pentru verificarea cinemometrelor de control rutier (2)	1		16 040
1.57.	Instalații pentru verificarea anemometrelor :	2		
1.57.1.	portabile			7 190
1.57.2.	staționare (2)			9 880
1.58.	Instalații pentru verificarea moriștilor hidrometrice (2)	2		42 470
2.	Mijloace pentru măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE FENOMENELOR PERIODICE ȘI CONEXE			
FRECVENȚĂ				
2.1.	Generatoare de frecvență :	1		
2.1.1.	cu stabilitate 10^{-6} sau mai bună		7 175	10 970
2.1.2.	cu stabilitate sub 10^{-6}		5 070	7 175
2.2.	Sintetizatoare de frecvență	1	7 175	10 970
2.3.	Frecvențmetre digitale :	1		
2.3.1.	cu stabilitate 10^{-6} sau mai bună		4 655	6 345
2.3.2.	cu stabilitatea sub 10^{-6}		3 380	4 655
2.4.	Numărătoare universale :	1		
2.4.1.	cu stabilitatea 10^{-6} sau mai bună		7 175	10 970
2.4.2.	cu stabilitate sub 10^{-6}		5 070	7 175
FRECVENȚĂ DE ROTAȚIE (TURAȚIE)				
2.5.	Tahometre cronometrice	1	455	858
2.6.	Tahometre centrifugale clasa 0,2 ... 1	1		
	— ptr. un singur interval de măsurare		260	585
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		58	175
2.7.	Tahometre digitale	1	520	832
2.8.	Generatoare de turație din componența instalațiilor de verificat tahometre și vitezometre	1		3 105
PARAMETRII VIBRAȚIEI				
2.9.	Calibratoare pentru traductoare de accelerație	1	1 250	1 455

0	1	2	3	4
2.10.	Traductoare piezoelectrice de accelerație :	1		
2.10.1.	monoaxiale			2 485
2.10.2.	triaxiale			3 900
3.	Mijloace pentru măsurat MĂRIMI MECANICE			
	MASĂ			
3.1.	Mase etalon secundar ordin II :			
3.1.1.	cu masa 500 ... 1 mg	2		4 315
3.1.2.	cu masa 500 ... 1 g	1		4 315
3.1.3.	cu masa 20 ... 1 kg	3		5 030
3.2.	Mase etalon secundar ordin III :	1		442
	— ptr. operația de ajustare			221
3.3.	Mase etalon secundar ordin IV, până la 20 kg inclusiv	1		221
	— ptr. operația de ajustare			117
3.4.	Mase etalon de lucru :			
3.4.1.	până la 20 kg inclusiv	1		156
	— ptr. operația de ajustare			78
3.4.2.	până la 200 kg inclusiv	1		780
	— ptr. operația de ajustare			520
3.4.3.	până la 5000 kg inclusiv	1		12 379
	— ptr. operația de ajustare			6 300
3.5.	Vagon etalon tip CF	1		5 200
	— ptr. operația de ajustare			2 600
3.6.	Balanța de cereale de 1 litru :			
3.6.1.	etalon secundar ordin I	1		6 500
3.6.2.	etalon de lucru	1		3 035
3.7.	Balanțe etalon (mecanice sau electronice) (1) ; (2)	1		
3.7.1.	secundar ordin II, III și IV (mecanice)			1 950
3.7.2.	secundar ordin II, III și IV (electronice)			1 950
3.7.3.	de lucru (mecanice)			1 300
3.7.4.	de lucru (electronice)			1 300
	FORȚĂ			
3.8.	Dinamometre clasă 0,6 sau mai precise (ptr. fiecare sens de solicitare) cu forța maximă :	2		
3.8.1.	până la 1 kN inclusiv			2 185
3.8.2.	între 1 și 100 kN inclusiv			2 795
3.8.3.	între 0,1 și 1 MN inclusiv			5 280
3.8.4.	între 1 și 3 MN inclusiv			6 320
3.9.	Celule de sarcină clasă 0,1 sau mai precise (ptr. fiecare sens de solicitare) cu forța maximă :	2		
3.9.1.	până la 1 kN inclusiv		1 770	2 495
3.9.2.	între 1 și 100 kN inclusiv		2 080	3 120
3.9.3.	între 0,1 și 1 MN inclusiv		3 510	5 590
3.9.4.	între 1 și 3 MN inclusiv		4 340	6 630
3.10.	Mașini cu încărcare directă		deviz	deviz
	MOMENTUL FORȚEI, MOMENTUL CUPLULUI DE FORȚE			
3.11.	Traductoare cl. 0,6 sau mai precise pentru măsurarea momentului (ptr. fiecare sens de solicitare) :	2		
3.11.1.	până la 200 Nm inclusiv		2 290	3 330
3.11.2.	între 200 Nm și 6 kNm inclusiv		2 690	3 460

0	1	2	3	4
PRESIUNE				
3.12.	Manometre, vacuummetre sau manovacu- vacuummetre cu piston și greutate:			
3.12.1.	pentru aer, cu limite maxime de măsurare (−0,1 ... 0,7) MPa presiuni relative:			
3.12.1.1.	clasă 0,01 ... 0,02	4		7 280
3.12.1.2.	clasă 0,05 ... 0,2	3		4 160
3.12.2.	cu limite maxime de măsurare (0,1 110) MPa presiuni relative, clasă 0,01 ... 0,02	4		8 060
3.12.3.	cu limite maxime de măsurare (0,25 110) MPa presiuni relative	3		
3.12.3.1.	clasă 0,05 ... 0,2			4 550
3.12.4.	cu limite maxime de măsurare peste 110 MPa presiuni relative	3		
3.12.4.1.	clasă 0,05 ... 0,2			5 980
3.12.5.	pentru presiuni absolute	3		
3.12.5.1.	clasă 0,05 ... 0,2			6 500
	— ptr. fiecare greutate din setul de greutăți: — fără ajustare			195
	— cu ajustare			260
3.12.6.	pompa de presiune		2 080	
3.13.	Manometre, vacuummetre, manovacu- umetre și manometre diferențiale cu lichid, pentru presiuni relative:			
3.13.1.	cu tub U clasă 0,05 ... 0,2	4	1 820	4 160
3.13.2.	cu rezervor și tub vertical:			
3.12.2.1.	clasă 0,015 ... 0,025	4	6 860	10 140
3.12.2.2.	clasă 0,05 ... 0,1	3	4 205	5 980
3.12.2.3.	clasă 0,2	3	1 170	1 560
3.13.3.	cu compensare:	3		
3.13.3.1.	cu limite maxime până la 1500 Pa inclusiv		1 625	2 860
3.13.3.2.	cu limite maxime peste 1500 Pa		2 080	3 380
3.14.	Manometre, vacuummetre, manovacu- umetre sau manometre diferențiale cu element elastic pentru presiuni relative:			
3.14.1.	clasă 0,05 ... 0,16	1	1 170	2 315
3.14.2.	clasă 0,2 ... 0,3		650	1 065
3.14.3.	clasă 0,4 ... 0,6		286	650
	— la presiuni mai mari de 40 MPa, ptr. fiecare interval de suprapresiune de 100 MPa, se percepe 25% din tariful de verificare, respectiv etalo- nare			
3.15.	Vacuummetre de presiune absolută:			
3.15.1.	cu compresie, cu mercur:	2		
3.15.1.1.	limita minimă de măsurare până la 10 ^{−3} Pa		7 930	12 090
3.15.1.2.	limita minimă de măsurare până la 10 ^{−1} Pa		5 070	6 500
3.15.2.	cu ionizare, cu limita minimă de măsurare mai mare sau eglă cu 10 ^{−4} Pa, eroare tolerată 10 ... 15%, cu o joă și un filament	1	9 100	12 480
	— ptr. fiecare joă sau filament supli- mentar		3 120	4 160

0	1	2	3	4
3.16.	Barometre :			
3.16.1.	cu mercur, cu eroare de 0,01 ... 0,05 kPa	3	2 945	4 420
3.16.2.	aneroide, cu eroare de (0,1 ... 0,2) kPa	1		
	— ptr. coeficient de temperatură cunoscut		1 885	3 900
	— ptr. coeficient de temperatură nedeterminat		4 680	7 800
VISCOZITATE CINEMATICĂ				
3.17.	Soluții de viscozitate cinematică	1		1 820
3.18.	Viscozimetre din sticlă cu tub capilar	2	468	1 250
VISCOZITATE DINAMICĂ				
3.19.	Soluții de viscozitate dinamică	1		6 840
3.20.	Viscozimetre cu corp căzător (cu bilă)	2	676	1 275
DEBIT DE MASĂ SAU VOLUM				
3.21.	Instalații volumetrice și gravimetrice pentru verificarea debitmetrelor cu lichide (fără vasele etalon și basculele acestor instalații) (1); (2)	2		15 600
DURITATE				
3.22.	Aparate etalon de duritate statică : (1); (2)	1		
3.22.1.	de duritate Rockwell, scările A, B, C, D, E, F, G, H, K, pentru o scară		4 215	7 800
	— ptr. fiecare scară suplimentară		3 150	5 315
3.22.2.	de duritate Vickers pentru o scară		4 215	7 800
	— ptr. fiecare scară suplimentară		3 150	5 315
3.22.3.	de duritate superficială Rockwell scările N 15, 30, 45; T 15, 30, 45, pentru o scară		4 215	7 800
	— ptr. fiecare scară suplimentară		3 150	5 315
3.22.4.	de duritate Knoop			
	— ptr. o scară		4 215	7 800
	— ptr. fiecare scară suplimentară		3 150	5 315
3.22.5.	de duritate Brinell			
	— ptr. o scară cu $K = 30$		7 295	11 830
	— ptr. fiecare scară suplimentară cu $K = 30$		4 155	9 340
	— ptr. fiecare scară suplimentară cu $K \neq 30$		171	312
3.23.	Măsurile de duritate (plăcuțe) :	2		
3.23.1.	de duritate Rockwell, scările A, B, C, D, E, F, G, H, K,		113	208
3.23.2.	de duritate Brinell		155	299
3.23.3.	de duritate Brinell — calibrul pentru amprente		227	403
3.23.4.	de duritate Vickers scările V 30 ... V 100		155	299
3.23.5.	de duritate Vickers scările V 0,10 ... V 10		227	403
3.23.6.	de duritate Vickers — calibrul ptr. amprente		289	507
3.23.7.	de duritate superficială Rockwell, scările N15, 30, 45; T 15, 30, 45		113	208

0	1	2	3	4
3.23.8.	de duritate Knoop		227	403
3.23.9.	de duritate Knoop — calibru pentru amprente		289	507
3.24.	Penetratoare de diamant Rockwell, Vickers, Knoop	1	1 040	2 340
3.25.	Bare de comparație de duritate tip Poldy	2		156
4.	Mijloace pentru măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE ELECTROMAGNETISMULUI			
4.1.	Elemente normale	1		
4.1.1.	clasă 0,001 ... 0,005		389	442
4.1.2.	clasă 0,01 ... 0,02		190	260
4.2.	Calibratoare de tensiune și curent continuu	1		
4.2.1.	în decade clasă 0,005 și mai precise cu un interval de măsurare		4 930	5 980
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		601	780
4.2.2.	în decade clasă 0,01 ... 0,05 cu un in- terval de măsurare		2 860	3 250
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		390	520
	— ptr. partea de programare		650	
4.2.3.	de valoare unică		312	390
4.3.	Compensatoare de curent continuu	1		
4.3.1.	clasă 0,001 ... 0,01 cu un interval de măsurare		6 170	10 920
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		548	624
4.3.2.	clasă 0,02 ... 0,05 cu un interval de măsurare		2 340	2 730
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		312	520
4.3.3.	clasă 0,1 ... 0,2 cu un interval de mă- surare		520	780
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		195	260
4.4.	Ampermetre și voltmetre de curent continuu și/sau alternativ clasă 0,1 0,5	1		
	— ptr. un interval de măsurare în curent continuu		483	551
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar în curent continuu		117	156
	— ptr. un interval de măsurare în curent alternativ la $f = 50$ Hz		260	390
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar în curent alternativ la $f = 50$ Hz		104	156
4.5.	Aparate electronice cu afișare numerică (digitală) de curent continuu pentru mă- surat tensiuni, curenți, rezistențe etc.	1		
4.5.1.	clasă 0,02 și mai precise, cu un interval de măsurare		1 300	1 560
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		260	312
4.5.2.	clasă 0,05 ... 0,1, cu un interval de mă- surare		622	910

0	1	2	3	4
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		156	260
4.6.	Rezistoare de valoare unică	1		
4.6.1.	clasă 0,001 ... 0,01		702	780
4.6.2.	clasă 0,02 ... 0,05		310	364
4.6.3.	clasă 0,1 ... 0,5		195	212
4.7.	Rezistoare în decade	1		
4.7.1.	clasă 0,05 și mai precise pentru fiecare decadă până la 10^5 ohmi inclusiv		208	260
4.7.2.	clasă 0,1 ... 0,2 pentru fiecare decadă până la 10^5 ohmi inclusiv		104	156
4.7.3.	indiferent de clasă pentru fiecare decadă peste 10^5 ohmi		455	585
4.8.	Sunturi simple și multiple până la 100 A clasă 0,05 și mai precise (pentru fiecare valoare nominală)	1	310	364
4.9.	Divizoare de tensiune rezistive	2		
4.9.1.	cu rapoarte fixe, pentru fiecare raport nominal		260	364
4.9.2.	în decade pentru fiecare decadă		208	260
4.10.	Punți Wheatstone	1		
4.10.1.	clasă 0,05 și mai precise		3 055	3 380
4.10.2.	clasă 0,1		364	2 080
4.11.	Punți Thomson	1		
4.11.1.	clasă 0,05 și mai precise		3 505	4 030
4.11.2.	clasă 0,1		520	2 600
4.12.	Punți Wheatstone-Thomson	1		
4.12.1.	clasă 0,05 și mai precise		4 095	4 680
4.12.2.	clasă 0,1		520	3 040
4.13.	Calibratoare de tensiune alternativă	1		
4.13.1.	în decade clasă 0,02 și mai precise, pentru o frecvență și un interval de tensiune		10 680	13 050
	— ptr. fiecare interval de tensiune			
	— ptr. o frecvență și un interval de tensiune		780	780
	— ptr. partea de programare		650	650
4.13.2.	în decade clasă 0,05 ... 0,1, ptr. o frecvență și un interval de tensiune		6 525	9 125
	— ptr. fiecare interval de tensiune și frecvență suplimentare		520	650
	— ptr. partea de programare		650	650
4.14.	Surse etalon de tensiune alternativă de valoare unică (la o singură frecvență)	1	910	1 035
4.15.	Calibratoare de tensiune și curent alternativ			
4.15.1.	cu eroare max. 0,05% și mai precise pentru o frecvență și cite un interval de tensiune și curent	1	10 450	13 050
	— ptr. fiecare interval suplimentar de tensiune, curent și frecvență		520	832
	— ptr. partea de programare		650	650
4.15.2.	cu eroare max. 0,1% pentru o singură frecvență și cite un interval de tensiune și curent	2	7 320	9 140
	— ptr. fiecare interval suplimentar de tensiune, curent și frecvență		650	780
	— ptr. programe auxiliare		650	650

0	1	2	3	4
4.16.	Ampermetre și voltmetre de curent alternativ la frecvențe diferite de 50 Hz, clasă 0,5 pentru un interval de măsurare și o frecvență	1	1 040	1 300
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar (tensiune, curent, frecvență)		156	208
4.17.	Aparate electronice de curent alternativ cu afișare numerică (digitale) pentru măsurat tensiuni și curenți	1		
4.17.1.	cu eroare max. 0,05% și mai precise cu un interval de măsurare		1 195	1 390
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar (tensiune, curent și frecvență)		156	195
	— ptr. programe auxiliare		260	260
4.17.2.	cu eroare max. 0,1% și 0,2% cu un interval de măsurare		416	611
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar (tensiune, curent și frecvență)		117	156
	— ptr. programe auxiliare		130	130
4.18.	Wattmetre de c.c. și wattmetre și varmetre monofazate pentru curent alternativ cu $f = 50$ Hz și $\cos \varphi = 1$ clasă 0,1; 0,2; 0,5 cu un interval de măsurare	1	806	936
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		195	260
4.19.	Wattmetre monofazate, pentru frecvențe diferite de 50 Hz sau $\cos \varphi$ diferit de 1 cu un interval de măsurare	1	650	975
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		156	260
4.20.	Wattmetre trifazate :			
4.20.1.	clasă 0,2 cu un interval de măsurare	1	1 950	2 300
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		325	390
4.20.2.	clasă 0,5 cu un interval de măsurare	2	676	806
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		195	260
4.21.	Convertoare electronice de putere activă (wattmetre electronice monofazate până la 10 kHz)			
4.21.1.	cu eroare max. 0,02% cu un interval de măsurare și o frecvență	1		6 240
	— ptr. fiecare interval de măsurare și frecvență suplimentare			624
4.21.2.	clasă 0,1 și 0,2 cu un interval de măsurare și o frecvență	1	624	975
	— ptr. fiecare interval de măsurare și frecvență suplimentare		130	195
4.22.	Convertoare trifazate de putere activă și reactivă $f = 50$ Hz			
4.22.1.	clasă 0,2 și mai precise cu un interval de măsurare	1	1 040	1 300
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		260	325
4.22.2.	clasă 0,5 cu un interval de măsurare	2	260	390

0	1	2	3	4
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		104	130
4.23.	Convertoare de tensiune și curent alternativ $f = 50$ Hz clasă 0,2 și mai precise, cu un interval de măsurare	1		910
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar			195
4.24.	Fazmetre (cosfimetre) la $f = 50$ Hz clasă 0,5 și mai precise, cu un interval de măsurare	1	1 040	2 340
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		130	520
4.25.	Fazmetre electronice la $f \leq 10$ kHz, cu eroare max. 0,2% pentru o singură frecvență	1	2 080	5 200
	— ptr. fiecare frecvență suplimentară		520	910
4.26.	Contoare monofazate de energie electrică	1		
4.26.1.	cu eroare max. 0,01% și 0,02% (electronice) pentru o tensiune nominală și un curent nominal			7 800
	— ptr. fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentare			1 105
4.26.2.	cu eroare max. 0,05% (electronice) pentru o tensiune nominală și un curent nominal			4 680
	— ptr. fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentare			780
4.26.3.	clasă 0,1 și 0,2 pentru o tensiune nominală și un curent nominal			3 120
	— pentru fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune			416
4.26.4.	clasă 0,5 pentru o tensiune nominală și un curent nominal			1 235
	— ptr. fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentare			260
4.27.	Contoare trifazate de energie electrică și convertoare trifazate putere-frecvență :			
4.27.1.	cu eroare max. 0,05% (electronice) pentru o tensiune nominală, un curent nominal și o schemă de conexiune	1		12 940
	— ptr. fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentară			2 260
4.27.2.	clasă 0,1 și 0,2 pentru o tensiune nominală, curent nominal și o schemă de conexiune			3 940
	— ptr. fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentare			520
4.27.3.	clasă 0,5 pentru o tensiune nominală, un curent nominal și o schemă de conexiune			1 560

0	1	2	3	4
	— ptr. fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentară			520
4.28.	Instalații pentru verificarea contoarelor monofazate de energie electrică (exclusiv etaloanele) (1); (2)			
4.28.1.	clasă 0,2 și mai precise	1	7 850	
4.28.2.	clasă 0,5	2	6 500	
4.29.	Instalații pentru verificarea contoarelor trifazate de energie electrică (exclusiv etaloanele): — ptr. un curent, o tensiune și o schemă de conexiuni: (1); (2)			
4.29.1.	clasă 0,2 și mai precise	1	11 440	
	— ptr. fiecare tensiune nominală, curent nominal și schemă de conexiuni suplimentară			416
4.29.2.	clasă 0,5	2	10 400	
	— ptr. fiecare tensiune nominală, curent nominal și schemă de conexiuni suplimentară			295
4.30.	Comparatoare c.a.-c.c termoelectrice și electromecanice			
4.30.1.	pentru măsurarea tensiunii, intensității curentului și puterii active (exclusiv rezistoarele etalon de c.c. și transformatoarelor etalon de curent)			
		1		16 860
4.30.2.	pentru măsurarea tensiunii și intensității curentului			8 320
4.31.	Instalații tip comparator inductiv de curent pentru etalonarea transformatoarelor de măsură de curent			
		2		10 400
4.32.	Compensatoare și compensatoare universale de c.a. pentru măsurarea tensiunii, intensității curentului, puterii, impedanței, admitanței, rapoartelor de curenți și tensiuni; pentru un interval de măsurare			
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar			6 500 7 800
			520	520
4.33.	Instalații pentru verificarea și etalonarea prin comparație a transformatoarelor de măsură, precum și a impedanțelor și admitanțelor de sarcină ale acestora, pentru un interval de măsurare			
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar			6 290 9 150
			196	343
4.34.	Capete de măsurare termoelectrice de tensiune alternativă până la 2 V și $f \leq 100$ kHz pentru o singură frecvență			
	— ptr. fiecare frecvență suplimentară			938
				187
4.35.	Capete de măsurare termoelectrice de curent alternativ până la 100 mA și $f \leq 20$ kHz, pentru o singură frecvență			
	— ptr. fiecare frecvență suplimentară			1 145
				228

0	1	2	3	4
4.36.	Rezistoare adiționale coaxiale pentru capete de măsurare pentru frecvențe $f \leq 100$ kHz, pentru o singură frecvență	1		
4.36.1.	— ptr. tensiuni până la 60 V			1 350
4.36.2.	— ptr. tensiuni peste 60 V			1 560
	— prt. fiecare frecvență suplimentară			292
4.37.	Sunturi pentru capete de măsurare pentru frecvențe $f \leq 50$ kHz, pentru o singură frecvență			
4.37.1.	pentru curenți până la 50 mA			1 560
4.37.2.	pentru curenți peste 50 mA			1 770
	— ptr. fiecare frecvență suplimentară			331
4.38.	Instalații pentru verificarea și etalonarea ampermetrelor, voltmetrelor și wattmetrelor, eroare max. 0,05%	1		
4.38.1.	pentru $f = 50$ Hz			20 740
4.38.2.	peste $f \leq 20$ kHz			33 160
4.39.	Condensatoare de valoare unică	2		
4.39.1.	clasă 0,02 ; 0,05 ; 0,1			447
4.39.2.	clasă 0,2 ; 0,5			260
4.40.	Condensatoare în decade pentru fiecare decadă	2		689
4.40.1.	clasă 0,02 ; 0,05 ; 0,1			518
4.41.	Condensatoare variabile pentru fiecare reper cifrat	2		
4.41.1.	clasă 0,05 ; 0,1			208
4.41.2.	clasă 0,2 ; 0,5 ; 1			104
4.42.	Truse calibre capacitive pentru verificarea unidometrelor	1		1 040
4.43.	RLC-metre digitale			
4.43.1.	clasă 0,02 ; 0,05 ; 0,1 ; 0,2 pentru un interval de măsurare	1	741	897
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		119	156
4.43.2.	clasă 0,5 și mai puțin precise	2	533	640
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		104	119
4.44.	Punți RLC de audiofrecvență			
4.44.1.	clasă 0,01 ; 0,02 ; 0,05 ; 0,1 pentru un interval de măsurare	1	1 295	1 725
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		171	208
4.44.2.	clasă 0,2 ; 0,5 pentru un interval de măsurare	2	826	964
	— pentru fiecare interval de măsurare		137	171
4.45.	Inductoare de valoare unică	2		
4.45.1.	clasă 0,02 ; 0,05 ; 0,1			964
4.45.2.	clasă 0,2 și mai puțin precise			622
4.46.	Cutie de inductoare de valori diferite clasă 0,5 și mai puțin precise, pentru fiecare valoare indicată	2		130
4.47.	Inductoare în decade, pentru fiecare decadă clasă 0,1 ; 0,2 ; 0,5	2	481	619
4.48.	Divizoare inductive de tensiune pentru fiecare decadă	2		1 040
4.49.	Punți de selsine și rezolvare pentru o funcțiune	2	19 910	22 670

0	1	2	3	4
4.50.	Kilovoltmetre clasă 0,2 ... 1 cu un interval de măsurare	2		5 380
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar			359
4.51.	Transformatoare de măsură de tensiune	2		
4.51.1.	pentru tensiuni până la 0,5 kV			
4.51.1.1.	clasă 0,1 și mai precise, cu un interval de măsurare			3 185
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar			312
4.51.1.2.	clasă 0,2 cu un interval de măsurare		1 300	1 925
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		182	234
4.51.2.	pentru tensiuni între 0,5 kV și 35 kV, clasă 0,2 și mai precise cu un interval de măsurare			8 190
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar			780
4.51.3.	pentru tensiuni între 35 kV și 400 kV clasă 0,2 și mai precise cu un interval de măsurare			8 060
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar			1 040
4.52.	Transformatoare de măsură de curent	2		
4.52.1.	pentru curenți primari până la 100 A			
4.52.1.1.	clasă 0,02 și mai precise cu un interval de măsurare			1 300
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar			260
4.52.1.2.	clasă 0,05 ... 0,2 cu un interval de măsurare		520	520
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		93	125
4.52.2.	pentru curenți primari în intervalul 100 ... 10 000 A			
4.52.2.1.	clasă 0,02 și mai precise cu un interval de măsurare			7 590
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar			468
4.52.2.2.	clasă 0,05; 0,1; 0,2 cu un interval de măsurare		2 550	4 835
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		234	468
4.53.	Voltmetre, microvoltmetre și milivoltmetre de frecvențe înalte	1	832	1 625
4.53.1.	până la frecvența de 300 MHz			
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		260	416
4.53.2.	până la frecvența de 1 000 MHz		1 250	1 935
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		455	780
4.53.3.	peste frecvențe de 1 000 MHz		1 625	2 080
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		455	988
4.54.	Voltmetre electronice vectoriale de frecvențe înalte până la 1 000 MHz	1	1 455	2 250
	— ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar		858	1 380

0	1	2	3	4
4.55.	Măsurător de nivel (decibelmetre, nepermetre) — ptr. fiecare interval de măsurare suplimentar	1	832 312	1 455 832
4.56.	Atenuatoare :	1		
4.56.1.	pînă la frecvența de 10 MHz		1 105	2 420
4.56.2.	pînă la frecvența de 300 MHz		2 445	3 810
4.56.3.	pînă la frecvența de 1 000 MHz		2 860	4 680
4.56.4.	peste frecvența de 1 000 MHz		3 120	4 160
4.57.	Generatoare de semnal :	2		
4.57.1.	pînă la frecvența de 300 MHz		4 160	
4.57.2.	pînă la frecvența de 1 000 MHz		4 680	
4.57.3.	peste frecvența de 1 000 MHz		5 590	
4.58.	Generatoare de nivel	2	3 770	5 720
4.59.	Generatoare de markeri de timp (pentru osciloscopia)	2	3 770	4 680
4.60.	Generatoare de tensiune calibrare (pentru osciloscopia)	2	3 640	4 835
4.61.	Wattmetre electronice cu un cap de măsurare	2		
4.61.1.	pînă la frecvența de 300 MHz — ptr. fiecare cap de măsurare suplimentar		3 770 1 280	5 200 1 735
4.61.2.	pînă la frecvența de 1 000 MHz — ptr. fiecare cap de măsurare suplimentar		9 360 3 460	12 115 4 850
4.61.3.	peste frecvența de 1 000 MHz — ptr. fiecare cap de măsurare suplimentar		10 400 3 810	13 830 5 200
4.62.	Linii de măsură	1		
4.62.1.	în ghid de unde pînă la 40 GHz		18 875	28 000
4.62.2.	coaxiale pînă la 10 GHz		13 335	20 745
4.63.	Capete de măsură de tensiune la frecvențe peste 50 MHz	1	936	1 665
4.64.	Fluxmetre electronice	1	2 235	4 080
4.65.	Aparate pentru măsurarea inducției magnetice	1		
4.65.1.	cu traductor pe bază de RMN		6 890	8 555
4.65.2.	cu traductor clasă 1 și mai precise (alte principii decît RMN) — ptr. fiecare traductor suplimentar		2 430 2 235	4 080 4 080
4.65.3.	cu traductor clasă 1,5 și mai puțin precise — ptr. fiecare traductor suplimentar		1 195 780	2 130 1 925
4.66.	Mostre de material pentru verificarea permeabilităților :	2		
4.66.1.	materiale magnetice dure			3 405
4.66.2.	materiale magnetice moi cu circuit magnetic închis			3 360
4.66.3.	materiale magnetice moi cu circuit magnetic deschis			6 890
4.66.4.	materiale magnetice moi cu circuitul magnetic format parțial din mostre de măsurat			3 590
4.67.	Inductoare mutuale :	2		
4.67.1.	clasă 0,5 și mai precise		2 210	3 590
4.67.2.	clasă 1		364	598
4.68.	Etaloane de inducție magnetică în aer (cadru Helmholtz) clasă 0,2 ... 0,5	1		3 590

0	1	2	3	4
4.69.	Etaloane de inducție magnetică pe bază de magneți permanenți	1		1 585
4.70.	Mostre de material pentru verificarea Instalației Epstein	2		1 770
4.71.	Simulatoare de termorezistență	1	499	624
4.72.	Simulatoare de pH	1	812	1 040
4.73.	Simulatoare de umiditate	1	499	624
4.74.	Simulatoare de conductivitate	1	499	624
4.75.	Simulatoare de termocupluri	1	691	884
4.76.	Simulatoare ale detectoarelor electro-magnetice de debit	1	1 290	1 560
5.	Mijloace pentru măsurat MĂRIMI TERMICE TEMPERATURĂ			
5.1.	Termometre din sticlă cu lichid :	1		
5.1.1.	cu valoarea diviziunii $\leq 0,1^{\circ}\text{C}$		650	1 560
5.1.2.	cu valoarea diviziunii $> 0,1^{\circ}\text{C}$		260	1 300
5.2.	Termorezistențe :	1		
5.2.1.	etalonate prin comparație			3 120
5.2.2.	etalonate la puncte fixe ale SIT-90			26 210
5.3.	Termocupluri	1		
5.3.1.	etalonate prin comparație			5 200
5.3.2.	etalonate la puncte fixe ale SIT-90			26 210
5.4.	Pirometre (etalonate prin comparație)	1		6 500
5.5.	Lămpi de temperatură (etalonate prin comparație)	1		6 500
	PUTERE CALORIFICĂ MASICĂ			
5.6.	Substanțe măsură în stare solidă (set cu 12 pastile)	I		8 340
5.7.	Substanță măsură în stare solidă astificală (grafit + nisip)	I		17 305
	PUTERE CALORIFICĂ VOLUMICE			
5.8.	Substanțe măsură în stare gazoasă (SEG) :	I		19 990
5.8.1.	tip A			19 990
5.8.2.	tip B			19 990
6.	Mijloace pentru măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE RADIAȚIEI OPTICE MĂRIMI RADIOMETRICE LUNGIME DE UNDĂ			
6.1.	Lămpi spectrale	250 h		7 800
6.2.	Filtre de lungime de undă :	2		
6.2.1.	interferențiale			1 560
6.2.2.	cu pământuri rare			3 120
	ENERGIE RADIANTĂ			
6.3.	Energimetre (joulimetre) optice (ptr. fiecare interval de măsurare)	2	6 640	11 940
	PUTERE RADIANTĂ			
6.4.	Powermetre (wattmetre) optice (ptr. fiecare interval de măsurare)	2	3 900	5 980
6.5.	Receptoare optice de putere radiantă :			
6.5.1.	spectrală			5 720
6.5.2.	globală			3 120

0	1	2	3	4
RADIANTĂ				
6.6.	Lămpi și radiatoare planckiene de radianță	50 h		
6.6.1.	spectrală			11 960
6.6.2.	globală			4 420
EMITANȚĂ RADIANTĂ (energetică)				
6.7.	Surse de emitanță radiantă :	50 h*		
6.7.1.	spectrală			23 220
6.7.2.	globală			10 620
IRADIANȚĂ (iluminare energetică)				
6.8.	Lămpi și radiatoare planckiene de iradiantă	50 h*		
6.8.1.	spectrală			6 500
6.8.2.	globală			6 500
6.9.	Radiometre optice ptr. iluminat energetică (iradianțmetre) :	2		
6.9.1.	spectrale (pentru fiecare interval de măsurare		3 900	5 980
6.9.2.	globale (pentru fiecare interval de măsurare)		2 340	4 160
6.10.	Receptoare optice de iradianță :	2		
6.10.1.	spectrală			11 945
6.10.2.	globală			9 955
RESPONSIVITATE				
6.11.	Receptoare optice de responsivitate :	2		
6.11.1.	spectrală			11 945
6.11.2.	globală			9 965
EMISIVITATE				
6.12.	Mostre de emisivitate :	1		
6.12.1.	spectrală			9 290
6.12.2.	globală			7 300
TEMPERATURĂ DE DISTRIBUȚIE				
6.13.	Lămpi și radiatoare planckiene de temperatură de distribuție	50 h		26 545
DISTRIBUȚIA SPECTRALĂ RELATIVĂ A UNEI MĂRIMI RADIOMETRICE				
6.14.	Surse de radiație optică	50 h		26 545
MĂRIMI FOTOMETRICE				
6.15.	Lămpi de intensitate luminoasă (ptr. fiecare temperatură de culoare)	25 h		2 600
FLUX LUMINOS				
6.16.	Lămpi cu incandescență (ptr. fiecare temperatură de culoare)	25 h		1 560
6.17.	Lămpi cu descărcare electrică	25 h		2 340
6.18.	Lumenmetre	1	4 160	
6.19.	Goniofotometre	2	4 160	

0	1	2	3	4
	FACTOR DE ROȘU			
6.20.	Lămpi cu descărcare electrică	25 h		1 040
	LUMINANȚĂ			
6.21.	Lămpi de luminanță	25 h		1 820
	ILUMINARE			
6.22.	Lămpi de iluminare (ptr. fiecare temperatură de culoare)	25 h		3 120
	MĂRIMI COLORIMETRICE COORDONATE (X, Y, Z) ȘI COMPONENTE (X, Y, Z) TRICROMATICE			
6.23.	Lămpi de coordonate și/sau componente tricromatice	25 h		1 820
6.24.	Plăci reflectante de coordonate și/sau componente tricromatice	1		7 300
6.25.	Filtre optice de coordonate și/sau componente tricromatice	1		7 300
6.26.	Spectrocolorimetre pentru coordonate și/sau componente tricromatice	2	5 310	9 955
	TEMPERATURĂ DE CULOARE			
6.27.	Lămpi de temperatură de culoare (ptr. fiecare valoare)	25 h		1 820
6.28.	Termocolorimetre (ptr. fiecare interval de măsurare)	2	780	1 560
6.29.	Filtre optice convertitoare de temperatură de culoare	1		2 600
	MĂRIMI OPTICE DE MATERIAL FACTOR DE REFLEXIE			
6.30.	Plăci reflectante de factor spectral de reflexie (ptr. fiecare lungime de undă și fiecare geometrie de măsurare)	1		1 300
6.31.	Plăci reflectante de factor global de reflexie (ptr. fiecare temperatură de culoare fiecare receptor și fiecare geometrie de măsurare):	1		
6.31.1.	măsurare spectrală			1 690
6.31.2.	măsurare globală			1 690
6.32.	Spectroreflectometre (ptr. fiecare geometrie de măsurare)	2	1 690	5 980
	FACTOR DE TRANSMISIE			
6.33.	Filtre optice de factor spectral de transmisie (ptr. fiecare lungime de undă)	1		1 560
6.34.	Filtre optice de factor global de transmisie (fiecare temperatură de culoare, fiecare receptor și fiecare geometrie de măsurare):	1		
6.34.1.	măsurare spectrală			4 160
6.34.2.	măsurare globală			4 160
6.35.	Spectrotransmitometre (ptr. fiecare geometrie de măsurare)	2	5 310	9 955

0	1	2	3	4
FACTOR DE LUMINANȚĂ				
6.36.	Plăci reflectante de factor spectral de luminanță (ptr. fiecare lungime de undă)	1		2 080
6.37.	Plăci reflectante de factor global de luminanță (ptr. fiecare temperatură de culoare)	1		
6.37.1.	măsurare spectrală			2 600
6.37.2.	măsurare globală			2 600
6.38.	Spectroreflectometre (ptr. fiecare factor de luminanță)	2	5 310	9 955
GRAD DE ALB				
6.39.	Plăci reflectante de grad de alb	3 luni		390
6.40.	Leucometre	1	1 430	
GRAD DE LUCIU				
6.41.	Plăci reflectante de grad de luciu (ptr. fiecare geometrie de măsurare)	1		2 155
6.42.	Aparate pentru măsurarea gradului de luciu, pentru o geometrie de măsurare	1	2 655	
DENSITATE OPTICĂ PRIN REFLEXIE				
6.43.	Plăci reflectante de densitate optică prin reflexie (ptr. fiecare geometrie de măsurare)	1		3 980
6.44.	Densitometre optice prin reflexie	2	2 655	3 980
DENSITATE OPTICĂ PRIN TRANSMISIE				
6.45.	Filtre optice de densitate optică prin transmisie (ptr. o treaptă a unei scări de densitate optică și fiecare geometrie de măsurare)	1		1 435
6.46.	Densitometre optice prin transmisie	2	5 310	5 640
FACTOR SPECTRAL DE TRANSMISIE INTERNĂ				
6.47.	Filtre optice de factor spectral de transmisie internă (ptr. fiecare lungime de undă)	1		1 435
6.48.	Spectrofotometre pentru transmisie internă	2	5 310	10 620
INDICE DE REFLECȚIE				
6.49.	Refractometre tip Abbe	1	468	
7. Mijloace de măsurat MĂRIMI ACUSTICE				
FRECVENȚĂ				
7.1.	Surse de zgomot	1		
7.1.1.	Pistonfoane		1 040	1 410
7.1.2.	Calibratoare de nivel sonor		1 040	1 410
CIMP SONOR PLAN				
7.2.	Microfoane	1	2 080	3 515

0	1	2	3	4
PRAG DE AUDIBILITATE				
7.3.	Ureche artificială	1	3 980	
7.4.	Mastoidă artificială	1	10 750	
8.	Mijloace de măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE CHIMIEI FIZICE ȘI FIZICII MOLECULARE			
	DENSITATE (lichide)			
8.1.	Densimetre pentru intervalul 0,650... 1 840 g .cm ⁻³ , cu diviziunea de 0,0005 gcm ⁻³ și 0,0002 gcm ⁻³	2	975	1 950
	CONCENTRAȚIE ALCOOLICĂ			
8.2.	Alcoolmetre cu diviziunea de 0,1% (pro- centre de masă sau volum)	2	975	1 950
8.3.	Alcoolmetre cu diviziunea de 0,2 (procente de masă sau volum)	2	442	994
	CONCENTRAȚIE MASICĂ ȘI MOLECULARĂ			
8.4.	Soluții de concentrație masică pentru un component chimic	1		5 750
8.5.	Etalon de transfer de concentrație masică	1		5 750
8.6.	Mostre de concentrație solide	1		5 750
8.7.	Amestecuri de gaze:	1		
8.7.1.	cu 2 componente			1 040
8.7.2.	cu 2 componente, componentul de inte- res fiind < 0,1% vol.			1 560
8.7.3.	cu 3 componente			1 300
8.7.4.	cu 4 componente			1 560
	UMIDITATE			
8.8.	Senzori electrochimici de umiditate (higristori)	1	832	2 290
8.9.	Pshiometre cu termometru cu diviziu- nea de 0,2°C	1		9 020
	pH			
8.10.	Soluții de pH	1		1 950
	CONDUCTIVITATE ELECTROLITICĂ			
8.11.	Celule de conductivitate electrolitică de laborator	2	624	1 795
9.	Mijloace de măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE RADIAȚILOR IONIZANTE			
	ACTIVITATE (Bq)			
9.1.	Instalația de măsurare a activității aerosolilor radioactivi emiatori alfa, beta sau gama cu un bloc de detec- ție		10 555	17 190
9.2.	Instalație de etalonare în activitate sau emisie a surselor radioactive	1		
9.2.1.	pentru surse emițătoare X sau gama			20 695
9.2.2.	pentru surse emițătoare beta			20 695
9.2.3.	pentru surse emițătoare alfa			12 415
9.2.4.	pentru surse de neutroni (statice)			12 415
9.2.5.	pentru soluții radioactive			41 390

0	1	2	3	4
9.3.	Surse radioactive etalon de activitate sau emisie			
9.3.1.	surse solide de radiații gama sau X	2		6 210
9.3.2.	soluții radioactive			6 210
9.3.3.	surse solide de radiații beta (punctiforme)	2		6 210
9.3.4.	surse solide de radiații beta (de suprafață)	2		12 415
9.3.5.	surse solide de radiații alfa	1		6 210
9.3.6.	surse statice de neutroni	2		28 970
DOZA ABSORBITĂ ȘI KERMA (G)				
9.4.	Dozimetru de radiații X și gama cu un singur bloc de detecție		10 555	12 415
9.5.	Dozimetru de radiații beta cu un bloc de detecție		11 590	13 345
ECHIVALENTUL DOZEI (Sv)				
9.6.	Sistem dozimetric termoluminescent :	1		
9.6.1.	pentru radiații X și gama		20 695	23 960
9.6.2.	pentru radiații beta		20 695	23 960
EXPUNERE (C.kg⁻¹)				
9.7.	Expozimetru cu un singur bloc de detecție	1	10 555	12 415
DEBITUL DOZEI ABSORBITE ȘI DEBIT DE KERMA (Gy.) g⁻¹				
9.8.	Debitmetru de radiații X și gama cu un singur bloc de detecție	1	7 035	10 350
9.9.	Debitmetru de radiații beta cu un singur bloc de detecție	1	8 085	12 415
9.10.	Surse radioactive emițătoare de radiații X și gama etalonate în debit de kerma la 1 m	2	6 210	6 830
DEBIT DE EXPUNERE (A.kg⁻¹)				
9.11.	Debitmetru de expunere cu un singur bloc de detecție	1	7 035	10 350
9.12.	Surse radioactive emițătoare de radiații X și gama etalonate în debit de expunere la 1 m	2	6 210	
ENERGIA RADIAȚILOR				
9.13.	Sisteme spectrometrice cu detectoare de înaltă rezoluție (multicanal)	1		12 415
9.14.	Generatoare de radiații X folosite ca etaloane de energie a radiațiilor X filtrate	1		12 415

CAP. II. Mijloace de măsurare de lucru (L)

Nr. poziții LO	Denumirea mijlocului de măsurare	Perioada maximă a verificării (ani)	Tarife (lei)
0	1	2	3
1.	Mijloace de măsurat MĂRIMI DE SPAȚIU ȘI TIMP		
	LUNGIME		
1.1.	Măsuri gradate, rigle ptr. țesături	2	39
1.2.	Rulete și panglici :		
1.2.1.	— cu $L \leq 2$ m	1	52
1.2.2.	— cu $2 < L \leq 5$ m fără lest	2	104
	— ptr. fiecare interval suplimentar peste 5 m		52
1.2.3.	— cu $2 < L \leq 5$ m, cu lest	2	208
	— ptr. fiecare interval suplimentar peste 5 m		52
1.3.	Fire geodezice din invar	1	2 560
1.4.	Mire :		
	— de nivel cu bandă din invar	2	832
1.4.2.	— orizontale, din invar, tip Bala	3	1 250
1.4.3.	— topografice	3	260
1.5.	Aparate de măsurat elementele căii ferate sau de metrou :	1	
1.5.1.	— șabloane		208
1.5.2.	— aparate de măsurat ecartamentul și suprainălțarea		416
1.6.	Telemetre :	2	
1.6.1.	— cu $L < 50$ m		3 900
1.6.2.	— cu $L \geq 50$ m		16 590
1.7.	Virtelnițe	3	260
1.8.	Mașini de metrat lungimea țesăturilor, cablurilor (1); (2)	2	2 080
1.9.	Aparate în două coordonate ptr. măsurarea deplasării construcțiilor	2	1 040
1.10.	Nivelmetre pentru măsurarea nivelului lichidelor	2	2 190
1.11.	Lunete de aliniament	2	1 560
	ARIE		
1.12.	Planimetre (polare, radiale, de rădăcină pătrată) :	1	780
	— ptr. regleta de control		260
	— ptr. determinarea constantelor		520
1.13.	Mașini de măsurat arii (2)	2	1 560
	VOLUM		
1.14.	Baloane cotate, pipete, eprubete, calorimetrice, cilindri, pahare conice etc. cu un singur reper.	I	109
1.15.	Pipete, eprubete colorimetrice, cilindri, pahare conice, fiole gradate pentru centrifugă, eritrometre etc.,		
1.16.	cu două sau mai multe repere sau cu scară gradată	I	109
1.17.			
1.18.		I	109
1.19.	Micropipete, picnometre	I	208
1.20.	Biurete și microbiurete	I	208
1.20.1	Butirometre	2	460
	Seringi medicale	I	109
	Contoare pentru lichide altele decît apa	1	
	— cu d_{nom} pînă la 50mm incl usiv		1 900

0	1	2	3
1.20.2.	— cu d_{nom} peste 50 mm		1900
1.21.	Contoare de apă (apometre)	2	
1.21.1.	— cu debitul nominal până la 1 m ³ /h inclusiv		572
1.21.2.	— cu debitul nominal între 1 m ³ /h și 10 m ³ /h inclusiv		572
1.21.3.	— cu debitul nominal între 10 m ³ /h și 250 m ³ /h inclusiv		572
1.21.4.	— cu debitul nominal peste 250 m ³ /h		572
	— ptr. verificarea dispozitivelor suplimentare de transmitere la distanță sau înregistrare		260
1.22.	Contoare de volum pentru gaze (verificare cu aer)	2	
1.22.1.	— cu debitul maxim până la 1,6 m ³ /h inclusiv		624
1.22.2.	— cu debitul maxim între 1,6 m ³ /h și 6 m ³ /h inclusiv		624
1.22.3.	— cu debitul maxim între 6 m ³ /h și 25 m ³ /h inclusiv		624
1.22.4.	— cu debitul maxim peste 25 m ³ /h		624
NOTĂ pentru verificarea fiecărui dispozitiv suplimentar (semnalizare, înregistrare, de transmitere la distanță).			260
1.23.	Cisterne auto utilizate ca vase măsură	2	
1.23.1.	— cu volum total până la 10 m ³ inclusiv		1 860
1.23.2.	— cu volum total peste 10 m ³		1 860
1.24.	Instalație cu contor pentru măsurarea cantității de lichide (altele decât apa) (2)	1	
1.24.1.	— cu debit maxim până la 10 m ³ /h inclusiv		2 205
1.24.2.	— cu debit maxim peste 10 m ³ /h		2 205
1.25.	Măsură de volum din sticlă folosite în comerț	1	50
1.26.	Măsură de volum din metal folosite în comerț	1	
1.26.1.	— cu volumul nominal până la 1 dm ³ inclusiv		96
1.26.2.	— cu volumul nominal peste 1 dm ³		96
1.27.	Măsură cu plutitor pentru lapte	1	96
1.28.	Dozatoare pentru cantități de lichide (1) (2)	1	
1.28.1.	— cu volume dozate până la 1 dm ³ inclusiv		587
1.28.2.	— cu volume dozate peste 1 dm ³		587
1.29.	Butoaie de bere	1	2 140
1.30.	Butoaie (în afară de cele pentru bere) și budane utilizate ca vase măsură	3	
1.30.1.	— cu volumul total până la 5 m ³ inclusiv (2)		2 140
1.30.2.	— cu volumul total peste 5 m ³		2 140
1.31.	Rezervoare de măsurare pentru lichide (calibrare de volum total) (2)	5	
1.31.1.	— cu volumul total până la 15 m ³ inclusiv		7 070
1.31.2.	— cu volumul total peste 15 m ³ până la 40 m ³ inclusiv		7 070
1.32.	Rezervoare de măsurare pentru lichide (calibrare cu tabelă centimetrică de calibrare). (2)	5	
1.32.1.	— cu volumul total până la 15 m ³ inclusiv		7 070
1.32.2.	— cu volumul total peste 15 m ³ până la 40 m ³ inclusiv		7 070
1.33.	Rezervoare de măsurare cu volum total peste 40 m ³ (2)	10	Deviz
1.34.	Sisteme de măsurare a cantităților de fluide (traductor de debit + aparat integrator, indicator) (1)	2	Deviz
	— ptr. verificarea pe componente se percep tarifele acestora (indicate la LO la mărimea măsurată).		

0	1	2	3
UNGHII PLAN			
1.35.	Teodolite :	1	
1.35.1.	— cu valoarea diviziunii $\leq 1''$ (3^{ce})		6 500
1.35.2.	— valoarea diviziunii $> 1''$ (3^{ce})		5 200
1.36.	Tahimetre :	1	
1.36.1.	— cu valoarea diviziunii $\leq 1''$ (3^{ce})		7 800
1.36.2.	— cu valoarea diviziunii $> 1''$ (3^{ce})		5 200
1.37.	Aparate de nivelment geomerice cu lunetă	1	
1.37.1.	— cu cerc gradat		6 500
1.37.2.	— fără cerc gradat		3 900
TIMP			
1.38.	Generatoare (ceasornice) de impulsuri de tact pentru telecomunicații	1	1 105
1.39.	Ceasornice programatoare pentru contoare de energie electrică	*	330
1.40.	Echipamente de contorizare după durată și distanță a convorbirilor telefonice (2)	2	Deviz
1.41.	Cronometre :	1	
1.41.1.	— mecanice		234
1.41.2.	— digitale		2 015
	* corelat cu perioada de verificare a contoarelor de energie electrică		
VITEZĂ LINIARĂ			
1.42.	Vitezometre pentru autovehicole	1	208
1.43.	Vitezometre și instalații pentru măsurarea vitezei la locomotive și rame de metrou	1	1 350
1.44.	Aparate pentru controlul vitezei de circulație a autovehiculelor (Cinemometre de control rutier)	1	4 655
1.45.	Anemometre pentru mină și pentru macarale	1	325
2.	Mijloace de măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE FENOMENELOR PERIODICE ȘI CONEXE		
	FRECVENȚĂ		
2.1.	Frecvențmetre utilizate la măsurări în cadrul tranzațiilor de energie electrică (vânzare, cumpărare sau tranzit) :	1	
2.1.1.	— Indicatoare		294
2.1.2.	— înregistratoare		741
3.	Mijloace de măsurat MĂRIMI MECANICE		
	MASĂ		
3.1.	Mase de lucru :	1	
3.1.1.	— clasa 1		442
	— pentru operațiile de ajustare		221
3.1.2.	— clasa 2 și 3		156
	— pentru operațiile de ajustare		78
3.1.3.	— clasa 4 și 5		39
	— pentru operațiile de ajustare		17
3.2.	Balanțe de lucru :	1	
3.2.1.	— clasa 1 (2)		1 820
3.2.2.	— clasa 2 și 3		1 300
3.2.3.	— clasa 4 și 5		390
3.2.4.	— de cereale de 1 litru		390
3.2.5.	— de torsiune		780
3.3.	Balanțe compuse și ptr. sugari	1	260
3.4.	Balanțe romane	1	195

0	1	2	3
3.5.	Balanțe semiautomate :	1	
3.5.1.	— cu sau fără greutate adiționale		260
3.5.2.	— cu indicarea prețului		390
3.5.3.	— de dozat și însăcuit		1 040
3.6.	Balanțe automate	1	1 560
3.7.	Balanțe pentru scopuri speciale :	1	
3.7.1.	— ptr. determinarea cantității de apă în grăsimi, a umidității firelor, a fineții firelor		390
3.7.2.	— de înclinare, pentru scrisori		104
3.8.	Bascul zecimal	1	520
3.9.	Bascul romane transportabile	1	
3.9.1.	— cu limită maximă $\leq 1\ 000$ kg.		780
3.9.2.	— cu limită maximă $> 1\ 000$ kg		1 300
3.10.	Bascul romane și semiautomate stabile : (2)	1	
3.10.1.	— cu platformă și grilaj, cu rezervor, cu pilnie, cu cârlig cu destinație specială		
3.10.1.1.	— cu limită maximă $\leq 5\ 000$ kg		1 040
3.10.1.2.	— cu limită maximă $> 5\ 000$ kg		1 300
3.10.2.	— pod pentru vehicule rutiere : (1); (2)		
3.10.2.1.	— cu limita maximă $\leq 50\ 000$ kg		7 800
3.10.2.2.	— cu limita maximă $> 50\ 000$ kg		10 400
3.10.3.	— pod pentru vagonete și electrocare : (1); (2)		
3.10.3.1.	— cu limita maximă $\leq 10\ 000$ kg		4 420
3.10.3.2.	— cu limita maximă $> 10\ 000$ kg		6 500
3.10.4.	— pod pentru vagoane : (1); (2)		
3.10.4.1.	— cu limita maximă $\leq 75\ 000$ kg		10 400
	— cu limita maximă $> 75\ 000$ kg		13 000
	— ptr. capul de cântărire		260
3.11.	Bascul semiautomate transportabile :	1	
3.11.1.	— cu limita maximă $\leq 5\ 000$ kg		1 040
3.11.2.	— cu limita maximă $> 5\ 000$ kg		1 300
	— ptr. capul de cântărire		260
3.12.	Instalație de cântărit, dozat și ambalat (maxim 2 aparate) (2)		7 800
	— ptr. fiecare aparat (de cântărit, dozat, însăcuit și ambalat) suplimentar		2 600
3.13.	Aparate de cântărit electronice cu funcționare neautomată (2)	1	
3.13.1.	— de precizie specială, (simbol I) :		
3.13.1.1.	— clasă 1		8 625
3.13.1.2.	— clasă 2		7 630
3.13.1.3.	— clasă 3		6 700
3.13.2.	— de precizie superioară, (simbol II), (clasa 4)		5 310
3.14.	Aparate de cântărit electronice cu funcționare neautomată de precizie medie (simbol III) și precizie inferioară (simbol IIII) :	1	
3.14.1.	— balanțe cu limită maximă ≤ 20 kg		3 265
3.14.2.	— balanțe cu afișarea prețului și limita maximă ≤ 2 kg (2)		3 265
3.14.3.	— bascule cu limita maximă $\leq 1\ 000$ kg		7 890
3.14.4.	— bascule cu limită maximă între $1\ 000$ kg și $10\ 000$ kg inclusiv (2)		10 845
3.14.5.	— bascule pod cu limita maximă $\leq 10\ 000$ kg (2)		27 110
3.14.6.	— bascule pod rutiere cu limită maximă între $10\ 000$ și $20\ 000$ kg inclusiv (2)		30 425
3.14.7.	— bascule pod ptr. vehicule rutiere și vagoane cu limita maximă între $20\ 000$ și $50\ 000$ kg (2)		36 145
3.14.8.	— bascule pod ptr. vehicule rutiere și vagoane cu limită maximă $> 50\ 000$ kg (2)		39 460
3.15.	Aparate de cântărit electronice cu funcționare automată : (2)	1	

0	1	2	3
3.15.1.	— bascule de dozat și însăcuit		18 620
3.15.2.	— bascule totalizatoare continue (cîntare de bandă).		61 220
3.16.	Instalații electronice cu funcționare automată pentru cîntărit, dozat, însăcuit și ambalat (maxim 2 aparate) (2)		42 780
	— pentru fiecare aparat suplimentar		15 855
3.17.	Instalații de cîntărire din mers : (2)	1	
3.17.1.	— pentru vagoane CF		15 600
3.17.2.	— pentru vehicule rutiere		13 000
NOTĂ : Pentru verificarea dispozitivelor suplimentare ale aparatelor de cîntărit se percep :			
	— pentru dispozitive de înregistrare/imprimare		1 715
	— pentru dispozitive de transmitere la distanță		4 420
FORȚĂ			
3.18.	Dinamometre clasă 1 ... 3 cu forța maximă :	1	
3.18.1.	— pînă la 0,1 kN inclusiv	1	312
3.18.2.	— între 0,1 și 100 kN inclusiv		1 145
3.18.3.	— peste 100 kN		2 185
3.19.	Mașini pentru încercarea statică a metalelor la tracțiune, compresiune, forfecare sau încovoiere de la 0,1 kN la 5 MN (pentru un sens de solicitare și un interval de măsurare) (2)	1	3 250
	— pentru al doilea sens de solicitare		2 415
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar		2 415
NOTĂ :			
Pentru verificarea mașinilor conform normelor ASTM se aplică tariful majorat cu coef. 1,5			
3.20.	Mașini pentru încercarea statică a betoanelor și cimenturilor la compresiune sau încovoiere de la 0,1 kN la 5 MN (pentru un singur interval de măsurare) (2)		3 120
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar		2 600
3.21.	Indicatoare de sarcină în cabluri	2	
3.21.1.	— pînă la 100 kN inclusiv		1 145
3.21.2.	— peste 100 kN		2 185
MOMENTUL CUPLULUI DE FORȚĂ			
3.22.	Mașini și aparate pentru măsurarea cuplului de frînare la autovehicule	1	5 200
3.23.	Chei dinamometrice	1	
3.23.1.	— pînă la 150 Nm inclusiv pentru un singur sens de solicitare		312
	— pentru al doilea sens de solicitare		221
3.23.2.	— peste 150 Nm pînă la 5 kNm inclusiv, pentru un sens de solicitare		832
	— pentru al doilea sens de solicitare		624
PRESIUNE			
3.24.	Manometre pentru măsurarea presiunii în pneurile autovehiculelor (clasă 1 ... 4)	1	208
3.25.	Aparate pentru măsurarea presiunii arteriale (mecanice)	1	208

0	1	2	3
3.26.	Manometre cu element elastic clasă 0,6 — 4 utilizate în măsurări care privesc sănătatea și securitatea persoanelor.	1	286
3.27.	Manometre, vacuummetre, manovacuummetre sau manometre diferențiale cu lichid pentru presiuni relative, utilizate în măsurări care privesc sănătatea și securitatea persoanelor.	2	1 820
3.28.	Traductoare de presiune diferențială relativă și absolută, cu semnal de ieșire unificat sau neunificat utilizate ca părți componente ale sistemelor de măsurare a energiei termice și cantităților de fluide :	1	
3.28.1.	— clasa 0,1 ... 0,6		1 940
3.28.2.	— clasa 1 și mai puțin precise		1 350
DEBIT (de-masă sau volum)			
3.29.	Debitmetre electromagnetice, cu turbină, cu ultrasunete, cu inserție, Vortex-părți componente ale sistemelor de măsurat cantități de fluide sau energie termică :		
3.29.1.	— cu debit maxim $\leq 20 \text{ m}^3/\text{h}$		1 170
3.29.2.	— cu debit maxim între $20 \text{ m}^3/\text{h}$ și $500 \text{ m}^3/\text{h}$		1 940
3.29.3.	— cu debit maxim $> 500 \text{ m}^3/\text{h}$,		2 730
3.30.	Debitmetre cu diferență de presiune variabilă — părți componente ale sistemelor de măsurat cantități de fluide sau energie termică.	1	625
3.31.	Dispozitive de strangulare — părți componente ale sistemelor de măsurat cantități de fluide sau energie termică (verificare dimensională)	3	
3.31.1.	— diafragme		260
3.31.2.	— ajutaje și tuburi Venturi		832
	— pentru verificarea calculului dispozitivului de strangulare	1	1 820
NOTĂ : Pentru verificarea corectitudinii montajului aparatelor de la pozițiile 3.28., 3.29., 3.30.			
		1	2 215
3.32.	Contor electronic cu dispozitiv de strangulare pentru gaze (verificarea blocului electronic)	1	12 620
3.33.	Ansambluri de măsurare a debitului de apă în sisteme de curgere cu nivel liber (cu canale, deversoare sau praguri de măsurare).		
	— verificarea dimensională a canalului, deversorului sau pragului de măsurare. (1); (2)	3	25 795
	— verificarea calculului canalului deversorului sau pragului de măsurare.	1	5 970
	— verificarea aparatului secundar, indicator, integrator și/sau înregistrator.	1	8 090
ENERGIE (mecanică)			
3.34.	Ciocane pendul pentru încercarea materialelor la șoc (pentru un singur pendul și o singură energie de lansare) (2)	2	2 600
	— pentru fiecare pendul suplimentar și fiecare energie suplimentară de lansare		2 340
NOTĂ : Pentru verificarea ciocanelor pendul conform normelor ASTM tariful se majorează cu coeficientul 1,8			

0	1.	2	3
DURITATE			
3.35.	Aparate de încercare statică a durității metalelor (5)	1	
3.35.1.	— Rockwell A, B, C, D, E, F, G, H, K (pentru o scară)		780
	— pentru fiecare scară suplimentară.		468
3.35.2.	— Brinell (pentru o scară) cu $K = 30$		1 540
	— pentru fiecare scară suplimentară cu $K = 30$		1 250
	— pentru fiecare scară suplimentară cu $K \neq 30$		143
3.35.3.	— Vickers (pentru o scară)		988
	— pentru fiecare scară suplimentară		676
3.35.4.	— Rockwell superficială cu scările N15, 30, 45, și T 15, 30, 45 (pentru o scară).		780
	— pentru fiecare scară suplimentară		676
3.35.5.	— Vickers în microsarcini și Knoop (pentru o scară)		988
	— pentru fiecare scară suplimentară		676
3.36.	Aparate pentru încercarea statică a durității cauciucului, maselor plastice (Shore, IRHD) (2)	1	
	— pentru o scară		312
	— pentru fiecare scară suplimentară		260
3.37.	Aparate de încercare dinamico-elastică a metalelor (pentru o scară) (2)	1	468
	— pentru fiecare scară suplimentară		390
4.	Mijloace pentru măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE ELECTROMAGNETISMULUI		
4.1.	Aparate pentru măsurarea prizelor de pământ	2	455
4.2.	Contoare monofazate de energie electrică		
4.2.1.	— clasă 0,1 și 0,2 pentru o tensiune nominală și un curent nominal	1	2 215
	— pentru fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentară.		416
4.2.2.	— clasă 0,5 pentru o tensiune nominală și un curent nominal	1	1 040
	— pentru fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentare.		280
4.2.3.	— clasă 1 pentru o tensiune nominală și un curent nominal	2	416
	— pentru fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentare		104
4.2.4.	— clasă de precizie 2 și mai puțin precise	5	39
	— pentru fiecare dispozitiv suplimentar		13
4.3.	Contoare trifazate de energie electrică		
4.3.1.	— clasă 0,2 și mai precise pentru o tensiune nominală, un curent nominal și o schemă de conexiune	1	2 550
	— pentru fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentare		416
4.3.2.	— clasă 0,5 pentru o tensiune nominală, un curent nominal și o schemă de conexiune	1	1 300
	— pentru fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentare		416
4.3.3.	— clasă 1 pentru o tensiune nominală, un curent nominal și o schemă de conexiune	2	520
	— pentru fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentare		130
4.3.4.	— clasă 2 și mai puțin precise	3	130
	— pentru fiecare dispozitiv suplimentar		52

0	1	2	3
4.4.	Însumatoare (totalizatoare) pentru contoare de energie electrică		
4.4.1.	— clasă 0,5 și mai precise	1	1 300
	— pentru fiecare tarif suplimentar		208
4.4.2.	— clasă 1 și mai puțin precise	2	1 040
	— pentru fiecare tarif suplimentar		130
4.5.	Înregistratoare cu funcțiuni multiple pentru complexe de contoare de energie electrică		
4.5.1.	— clasă 0,5 și mai precise	1	1 300
	— pentru fiecare tarif suplimentar		200
4.5.2.	— clasă 1 și mai puțin precise	2	780
	— pentru fiecare tarif suplimentar		162
4.6.	Transformatoare de măsură, de tensiune clasă 0,5 și 1 utilizate împreună cu contoarele de energie electrică, cu un interval de măsurare	2	
4.6.1.	— până la 0,5 kV inclusiv		338
4.6.2.	— între 0,5 — 35 kV inclusiv		2 990
4.6.3.	— între 35 și 400 kV inclusiv		4 210
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar		520
4.7.	Transformatoare de măsură, de curent clasă 0,5 și 1 utilizate împreună cu contoarele de energie electrică, cu un interval de măsurare	2	
4.7.1.	— până la 100 A inclusiv		130
	— între 100 și 10 000 A inclusiv		2 210
4.7.2.	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar		117
4.8.	Kilovoltmetre (în conexiune directă) clasă 1,5 cu un interval de măsurare	2	1 090
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar.		164
4.9.	Ohmmetre peste $10^6 \Omega$ utilizate pentru măsurarea rezistenței de izolație, pentru un interval de măsurare	2	1 950
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar.		325
5.	Mijloace pentru măsurat MĂRIMI TERMICE		
	TEMPERATURĂ		
5.1.	Termometre din sticlă cu lichid :	1	
5.1.1.	— umane și veterinare		39
5.1.2.	— pentru incubatoare (nou născuți)		1 950
5.2.	Ansambluri pentru măsurarea temperaturii (traductori și aparat indicator, înregistrator sau regulator) utilizate ca părți componente ale sistemelor de măsurat energie termică sau măsurări care privesc sănătatea și securitatea persoanelor.	1	780
	— pentru verificarea pe componente se percep tarifele acestora (stabilite în LO la mărimea măsurată)		
5.3.	Traductoare de temperatură și termometre utilizate în sisteme de măsurat energie termică sau în măsurări care privesc sănătatea și securitatea persoanelor :	1	
5.3.1.	— Termometre metalice și manometrice		260
5.3.2.	— Termorezistențe		312
5.3.3.	— Termocupluri		390
5.4.	Aparate electrice sau electronice indicatoare și înregistratoare de temperatură utilizate în măsurări care privesc sănătatea și securitatea persoanelor	1	390

0	1	2	3
ENERGIE TERMICĂ			
5.5.	Aparat de calcul și integrare, parte componentă a sistemului de măsurare a energiei termice :	1	
5.5.1.	— cu integrator mecanic		5 200
5.5.2.	— cu integrator electronic		7 200
6.5	Sisteme de măsurare a energiei termice	1	Deviz
6.	Mijloace pentru măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE RADIAȚIEI OPTICE		
	MĂRIMI OPTICE DE MATERIAL		
6.1.	Fummetre	1	1 300
6.2.	Refractometre :	1	
6.2.1.	— de imersie de flux (2)		468
6.2.2.	— de imersie de laborator		468
6.2.3.	— de mină		468
6.3.	Dioptrime, Focometre	1	780
6.4.	Lentile oftalmologice (pentru o bucată)	2	156
7.	Mijloace de măsurat MĂRIMI ACUSTICE		
	NIVEL DE PRESIUNE SONORĂ		
7.1.	Sonometre	1	4 160
	DOZĂ DE ZGOMOT		
7.2.	Dozimetre de zgomot	1	1 300
	PRAG DE AUDIBILITATE		
7.3.	Audiometre tonale portabile	1	2 080
7.4.	Audiometre tonale clinice	1	2 080
8.	Mijloace pentru măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE CHIMIEI FIZICE ȘI FIZICII MOLECULARE		
	DENSITATE (lichide)		
8.1.	Densimetre :	2	
8.1.1.	— pentru intervalul (0,650 ... 1,840) g/cm ³ cu valoarea diviziunii 0,0005 g/cm ³ și 0,0002 g/cm ³ .		975
8.1.2.	— pentru intervalul (0,650 ... 1,000) g/cm ³ cu valoarea diviziunii 0,001 g/cm ³		442
8.1.3.	— pentru intervalul (1,000 ... 1,840) g/cm ³ cu valoarea diviziunii 0,001 g/cm ³		442
8.2.	Lactodensimetre	1	442
8.3.	Termodensimetre	1	442
	CONCENTRAȚIE		
8.4.	Alcoolmetre (în procente de masă sau volum) :	2	
8.4.1.	— cu valoarea diviziunii de 0,1%		975
8.4.2.	— cu valoarea diviziunii de 0,2%		442
8.4.3.	— cu valoarea diviziunii de 1,0%		442
8.5.	Zaharometre	1	442
8.6.	Ebuliometre	1	468
8.7.	Etilmetre pentru aplicarea reglementărilor privind circulația rutieră	1	2 000
8.8.	Spectrometre cu absorbție atomică (1); (2)	1	7 650
8.9.	Fotometre cu flacără (1); (2)	1	7 650
8.10.	Spectrofotometre cu absorbție moleculară (1); (2)	1	
8.10.1.	— în vizibil		4 335
8.10.2.	— în ultraviolet și vizibil		6710
8.10.3.	— în infraroșu		6 710

0	1	2	3
8.11.	Fotocolorimetre : (1); (2)	1	
8.11.1.	— medicale		4 335
8.11.2.	— pentru poluanți		4 335
8.11.3.	— pentru produse petroliere		4 335
8.12.	Turbidimetre	1	4 335
8.13.	Spectrofotometre automate (1); (2)	1	
8.13.1.	— medicale		7 430
8.13.2.	— pentru analiza produselor alimentare		7 430
8.13.3.	— pentru analiză poluanți.		7 430
8.14.	Spectrometre cu emisie în plasmă (utilizate pentru analiza produselor alimentare și analiză poluare)	1	7 650
8.15.	Analizoare automate de concentrație medicale, pentru produse alimentare (1); (2)	1	7 430
8.16.	Analizoare de gaze :	1	
8.16.1.	— portabile		650
8.16.2.	— staționare (2)		1 040
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar și dispozitive de semnalizare și transmitere la distanță		661
8.17.	Cromatografe pentru analize de gaze	1	2 080
	— ptr. fiecare detector suplimentar		1 385
UMIDITATE			
8.18.	Traductoare electrochimice de umiditate utilizate în industria alimentară	1	832
8.19.	Umidimetre pentru cereale și semințe oleaginoase	1	390
	— ptr. fiecare soi de cereale sau semințe suplimentar		208
pH			
8.20.	pH — metre de laborator	1	468
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar		234
	— pentru fiecare electrod de pH suplimentar	0,5	234
8.21.	pH-metre industriale utilizate în tratarea apelor reziduale. (2)	1	1 300
	— pentru fiecare interval de măsurare și dispozitiv suplimentar		208
CONDUCTIVITATE ELECTROLITICĂ			
8.22.	Celule de conductivitate electrolitică de laborator	1	624
8.23.	Conductometre :	1	
8.23.1.	— de laborator		728
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar		169
8.23.2.	— industriale, utilizate în tratarea apelor reziduale (2)		1 300
	— pentru fiecare dispozitiv suplimentar		208
8.24.	Titrimetre conductimetrice de laborator	1	728
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar		169
UNGHII DE ROTAȚIE OPTICĂ			
8.25.	Polarimetre zaharimetrice	1	468
9.	Mijloace pentru măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE RADIAȚIILOR IONIZANTE		
	ACTIVITATE (Bq)		
9.1.	Numărător de particule cu un bloc de detecție	1	7 035
9.2.	Instalație de măsurare a activității cu un bloc de detecție, pentru un radionuclid	1	10 555

0	1	2	3
9.3.	Instalație de măsurare a activității cu scintilatori lichizi și schimbare automată a probelor, pentru un radionuclid.	1	4 550
9.4.	Instalație de măsurare a activității aerosolilor radioactivi emițători alfa, beta, sau gama cu un bloc de detecție.	1	12 415
9.5.	Contaminometru de radiații cu un singur bloc de detecție.	1	
9.5.1.	pentru radiații X și gama		12 415
9.5.2.	pentru radiații beta		12 415
9.5.3.	pentru radiații alfa		12 415
DOZA ABSORBITĂ și KERMA (Gy)			
9.6.	Dozimetru de radiații X și gama cu un singur bloc de detecție	1	10 555
9.7.	Dozimetru de radiații beta cu un bloc de detecție	1	11 590
ECHIVALENTUL DOZEI (Sv)			
9.8.	Dozimetru de radiații X și gama cu un singur bloc de detecție	1	10 555
9.9.	Sistem dozimetric termoluminescent	1	
9.9.1.	pentru radiații X și gama		20 695
9.9.2.	pentru radiații beta		20 695
EXPUNERE (C.kg⁻¹)			
9.10.	Expozimetru cu un singur bloc de detecție	1	10 555
DEBITUL DOZEI ABSORBITE ȘI DEBIT DE KERMA (Gy.s⁻¹)			
9.11.	Debitmetru de radiații X și gama cu un singur bloc de detecție	1	7 035
9.12.	Debitmetru de radiații beta cu un singur bloc de detecție	1	8 080
DEBIT ECHIVALENT DE DOZĂ (Sv.s⁻¹)			
9.13.	Debitmetru de radiații X și gama cu un bloc de detecție	1	7 035
DEBIT DE EXPUNERE (A.kg⁻¹)			
9.14.	Debitmetru de expunere cu un singur bloc de detecție	1	7 035
ENERGIA RADIAȚILOR (eV)			
9.15.	Sisteme spectrometrice cu detectoare de rezoluție joasă (monocanal)	1	8 280
9.16.	Sisteme spectrometrice cu detectoare de înaltă rezoluție (multicanal)	1	12 415
MAI MULTE MĂRIMI			
9.17.	Stilodozimetru cu citire directă, cu aparat de încărcare.	1	164
9.18.	Stilodozimetru cu citire indirectă, cu aparat de încărcare — măsurare.	1	769
	— pentru fiecare stilodozimetru suplimentar care se utilizează cu același aparat de încărcare.		330

0	1	2	3
9.19.	Avertizor de debit de expunere sau de debit de doză absorbită pentru radiații X, gama sau beta cu un bloc de detecție și un prag prestabilit	1	690
	— pentru avertizoare cu prag reglabil, pentru fiecare prag verificat.		690
9.20.	Avertizoare de doză absorbită (sau de expunere) pentru radiații X, gama sau beta cu un bloc de detecție și un prag prestabilit.	1	3 315
	— pentru avertizoare cu prag reglabil pentru fiecare prag verificat.		689
10.	Mijloace pentru măsurat MĂRIMI DIFERITE		
10.1.	Taximetre	1	2 000
10.2.	Cronotahigrafe	1	6 080
10.3.	Aparate sau instalații pentru reglarea și verificarea farurilor autovehiculelor	1	Deviz
10.4.	Instalații pentru verificarea geometriei sistemului de direcție al autovehiculelor (2)	1	Deviz
10.5.	Electroencefalografe	1	19 245
10.6.	Electrocardiografe și electrocardioscoape	1	16 590
10.7.	Aparat pentru măsurarea volumului respirator	1	17 920

NOTĂ

1. Pentru operațiuni de asistență tehnică efectuate odată cu verificarea sau etalonarea metrologică (reglaje suplimentare față de cele prevăzute în normele de metrologie; consultanță tehnică pentru punerea în funcțiune, utilizarea și întreținerea mijloacelor de măsurare) se încasează un tarif de 600 lei/oră efectiv prestată.

2. Tarife pentru transportul dus-întors al utilajelor, etaloanelor și al personalului metrologic

Se percep ori de câte ori verificarea sau etalonarea se execută la fața locului, necesitând transport de utilaje, etaloane și personal metrologic. Tarifele percepute sînt următoarele :

a) în cazul efectuării transportului cu mijloacele auto din dotarea organelor teritoriale ale Biroului Ron ă n de Metrologie Legală :

— 100 lei/km la transport cu autolaborator DACIA

— 150 lei/km la transport cu autospeciale de 10—12 t pentru verificarea podurilor basculă

b) în cazul efectuării transportului cu mijloace de transport în comun (autobuz, tren) tariful va fi echivalent cu costul transportului practicat de societatea de transport respectivă.

CONDUCTOMETRU DIGITAL

tip GD 1.05

Este un aparat de laborator care împreună cu o celulă de conductivitate servește la măsurarea conductivității electrolitice a soluțiilor apoase și neapoase. Mărimea măsurată este afișată cu 4 cifre, cu indicarea virgulei, a unității de măsură și cu semnalizarea depășirii intervalului de măsurare

DESCRIERE

Aparatul îndeplinește următoarele funcții:

1. Măsurarea conductivității în intervalul 0 ... 500 mS/cm în 6 subintervale de măsurare.
2. Măsurarea temperaturii în intervalul 0 ... 60°C. Măsurarea conductivității se face în curent alternativ, la două frecvențe de lucru selectate automat în funcție de valoarea conductivității măsurate. Aparatul este dotat cu un etaj de corecție automată a variației conductivității cu temperatura care se realizează în intervalul 0 ... 100°C pentru coeficientul de temperatură 0 ... 10%/grad C.

CARACTERISTICI GENERALE

Intervalul de măsurare a conductivității: 0 ... 500 mS/cm cu 6 subintervale:

5 ... 50 ... 500 μ S/cm

5 ... 50 ... 500 mS/cm

Eroarea de bază: $\pm 0,5\%$

Alegerea constantei celulei de măsurare 0 ... 10

Compensarea automată a efectului de temperatură în intervalul 0 ... 100°C

Coeficient de temperatură 0 ... 10%/°C

Posibilitatea măsurării temperaturii în intervalul 0 ... 60°C cu o eroare de 0,5°C.

Afișarea digitală cu 4 cifre și indicarea virgulei zecimale

Tensiunea de alimentare: 220 V $\pm 10\%$, cu frecvența de 50 Hz $\pm 5\%$

Putere constantă: max. 25VA

Dimensiuni și masă:

- lățime: 315 mm
- înălțime: 160 mm
- adâncime: 305 mm
- masă: 2,5 kg

Aparatul se livrează împreună cu:

- 1) Celulă de măsurare a conductivității care este construită din sticlă cu electrozi din platină platinată. Constanta celulei este în jur de $1 \pm 0,5$ iar dimensiunile celulei sunt:

$$L = 140 \pm 5 \text{ mm}$$

$$\varnothing = 15 \pm 2 \text{ mm}$$

- 2) Traductorul de temperatură este Pt 100TTR 07.2.01 35.781. care este conectat cu un cablu special pe panoul spate al aparatului

La cererea beneficiarului, suplimentar,

- se pot construi variante destinate unor intervale restrinse de măsurare;
- se poate adăuga o ieșire în semnul unificat.



COREMI S.C.

Aparate Electronice de Măsură și Industriale

PRODUCE și LIVREAZĂ:

- Multimetre digitale tip **E 0309 M** (4 1/2 cifre; eroare de bază max.: 0,01 % c.s. $\pm 0,01$ % ct; rezoluție tensiuni continue și alternative: 10 μ V; domeniu tensiuni: 10 μ V ... 1000 V; domeniu rezistențe: 10 m Ω ... 2 000 k Ω ; curenți)
- Microvoltmetre — compensatoare pentru măsurarea termocuplelor (rezoluție: 1 μ V);
- Megohmmetre digitale tip **No 343** (4 cifre; domeniu: 0,1 ... 100 000 M Ω);
- Punți RCL automate portabile tip **N 1405** (3 1/2 cifre)
- Turometre portabile **M 1012** (Traductor magnetic; domeniu: 60 ... 300 000 rot/min; alimentare baterie și rețea)
- Fluxmetre digitale (domeniu inducție magnetică 0,01 mT ... 2T ; domeniu flux: 1 μ Wb ... 20 MWb)
- Fazmetre numerice
- Surse stabilizate de tensiune continuă tip **M 3111** $2 \times (0 \dots 30V)$; curenți $2 \times (0 \dots 1 A)$
- Sisteme de cântărire automată
- Standuri pentru măsurat traductoare și service general tip **ST 102**
- Standuri pentru măsurări în energetică
- Standuri de măsură și control în petrochimie

COREMI: Calea Griviței nr. 355
sector 1 București
Telefon 6655090/483 (Bir. Marketing)

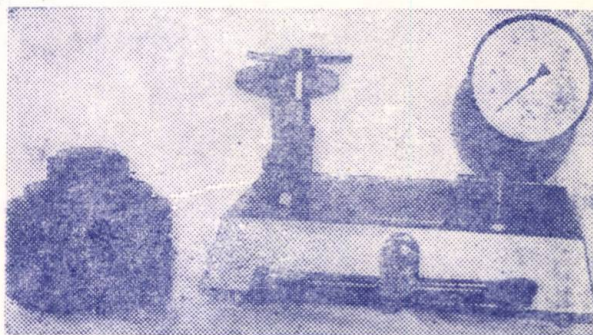


METROLOGIA S.A. BUCUREȘTI

**CEL MAI AUTORIZAT PARTENER AL DUMNEAVOASTRĂ DIN ROMÂNIA
ÎN DOMENIUL APARATURII METROLOGICE DE ÎNALTĂ PERFORMANȚĂ**

Execută o gamă largă de mijloace de măsurare, inclusiv etaloane printre care :

- mase etalon secundar ord. IV și de lucru
- greutăți comerciale
- manometre cu piston și greutăți și pompe pentru verificat manometre



1994 JUN 16

- aparate pentru verificat nivele și comparatoare
- compensatoare tehnice și termocompensatoare
- cuptoare pentru etalonat termocupluri și simulatoare de termocupluri
- pH-metre și conductometre
- rezistoare etalon și în decade
- punți de curent continuu și alternativ
- contoare etalon de energie electrică monofazată și trifazată
- transformatoare etalon de curent și tensiune
- divizoare de tensiune continuă și alternativă
- megohmmetre și teraohmmetre

SERVICIILE NOASTRE VĂ STAU LA DISPOZIȚIE PENTRU : reparații, service, proiectare, reglare , calibrare și verificare metrologică a mijloacelor de măsurare.

REȚINEȚI ! PENTRU APARATURĂ DE MĂSURARE DE PRECIZIE RIDICATĂ, ÎNCLUSIV ETALOANE, ADRESAȚI-VĂ LA :

METROLOGIA S.A.

Șos. Vitan-Birzești nr. 11
Sector 4 București
CP — 30
Telefon : (401) 643.31.55
Fax : (401) 631.31.55
Telex : 11871 i.h.m.b.r.
Cod fiscal : 389677
Cont : 30.98.7.01.01
B.C.R. fil. sect. 4 București
ROMANIA

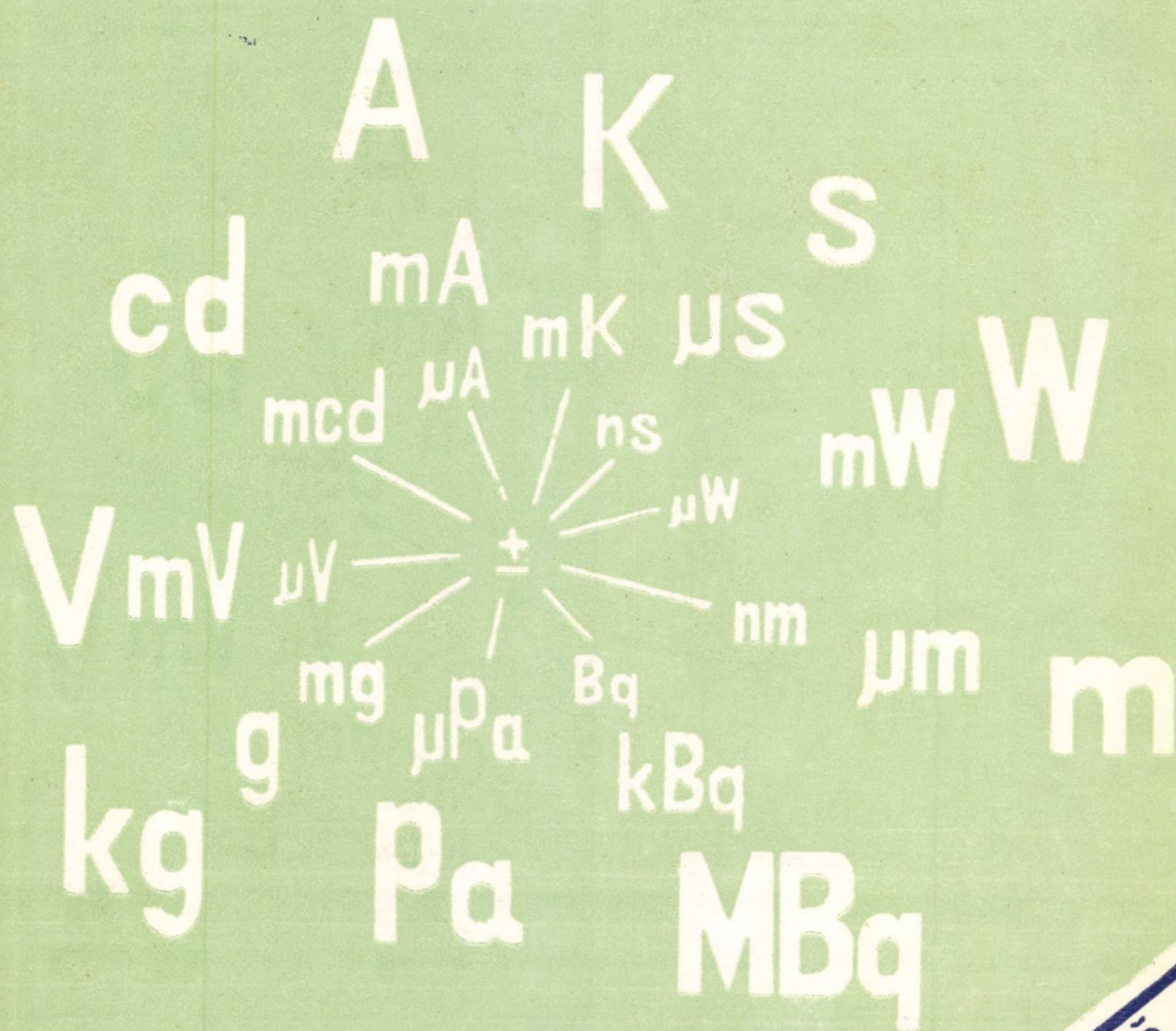
150 lei

E 8225

INM

Nr. 2/1993

metrologie



serie nouă

SUMMARY		SOMMAIRE	
<i>PFTRU GABRIEL IORDĂCHESCU</i> : Romanian Bureau of Legal Metrology (short presentation)	50	<i>PETRU GABRIEL IORDĂCHESCU</i> : Bureau Roumain de Métrologie Légale (courte présentation)	50
<i>PAUL DÂRVARIU</i> : Legal Metrology and the Market Economy (I)	53	<i>PAUL DÂRVARIU</i> : La métrologie légale et l'économie de marché (I)	53
<i>DRAGOȘ BOICIUC</i> : The Use of Lasers in Length Measurement (I)— The HeNe Laser Radiation as Length Measure	56	<i>DRAGOȘ BOICIUC</i> : L'utilisation des lasers dans la métrologie des longueurs (I) — La radiation du laser à HeNe comme mesure de longueur	56
<i>BRÂNDUȘA PANTELIMON, LAURENȚIU ILIE</i> : Dimensions Measuring System Using Inductive Transducers and Digital Data Processing	62	<i>BRÂNDUȘA PANTELIMON, LAURENȚIU ILIE</i> : Système pour mesurer les dimensions en utilisant un capteur inductif et le traitement numérique de l'information	62
** Metrology of „Clean Air” in Europe	64	** La métrologie de „l'air pur” en Europe	64
NOTES INFORMATION OFFICIAL PART		NOTOS INFORMATION PARTIE OFFICIELE	
** Tariff for Metrological Verification and Calibration of Certain Measuring Instruments	73	** Tarif pour la vérification métrologique et l'étalonnage des certains moyens de mesure	73

REDACȚIA ȘI ADMINISTRAȚIA

INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE

Șos Vitan-Bîrzești nr. 11, tel. 6342060 și
344030/191 ; București ; 75669

ISSN 1220—546 X

Cererile pentru abonamente vor fi adresate redacției în contul
309800201 BCR, filiala sector 4.
Costul unui abonament anual este 600 lei.



Cititorii din străinătate pot contracta abonamente prin : ILEXIM
— Departamentul export-import presă, București, str. Decembrie nr. 3
P.O.B. 146—137 Telex 12226



Cererile pentru reclame în revistă vor fi înaintate redacției.

METROLOGIE



Publicație tehnico-științifică

editată de

INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE

SUMAR

PETRU GABRIEL IORDĂCHESCU : Biroul Român de Metrologie Legală (scurtă prezentare)	50
PAUL DÂRVARIU : Metrologia legală și economia de piață (I)	53
DRAGOȘ BOICIUC : Laserul în metrologia lungimilor (I)—Laserul He-Ne— radiație măsură de lungime	56
BRÂNDUȘA PANTELIMON, LAURENȚIU ILIE : Sistem de măsurări dimen- sionale cu traductoare inductive, cu prelucrare digitală a informației . .	62
* * * Metrologia "aerului curat" în Europa	64
NOTE	
INFORMAȚII	
PARTEA OFICIALĂ,	
* * * Lista de tarife pentru verificarea și etalonarea metrologică a unor mijloace de măsurare	73

Colectivul de redacție: fiz. Dragoș Boiciuc, Viorica Bureu (*secretar de redacție*), ing. chim. Mirela Buzoianu, ing. Gabriel Iordăchescu, fiz. Gheorghe Ispășoiu, dr. ing. Aurel Millea (*redactor responsabil*), ing. Ionel Urdea.

Biroul român de metrologie legală

(Seurtă prezentare)

PETRU GABRIEL IORDĂCHESCU*)

Abstract: *The structure and functioning of the Romanian Bureau of Legal Metrology is presented as its policy and strategy, as a follower of the Romanian tradition in the field of metrology, within the framework of its integration in the European metrological structures. Its position as a specialized body of the central public administration is pointed out and the necessity to maintain its neutrality and equidistance in its relations with individuals and legal bodies is emphasized.*

Résumé: *On présente l'organisation et le fonctionnement du Bureau Roumain de Métrologie Légale la stratégie qu'il mène comme continuateur de la tradition métrologique roumaine en vue de sa intégration dans les structures métrologique européennes. On souligne son rôle comme organisme spécialisé de l'administration publique centrale et la nécessité de maintenir la neutralité et l'équidistance dans les rapports avec les individus et les personnes civiles assujettés aux dispositions de métrologie légale.*

Biroul Român de Metrologie Legală este noul organ oficial al metrologiei de stat din România, destinat să continue o tradiție al cărui reper de referință îl constituie promulgarea, de către domnitorul Alexandru Ioan Cuza, a primei legi naționale a metrologiei, la 15 septembrie 1864.

Biroul a luat ființă la 28 august 1992, prin reorganizarea fostei Comisii Naționale pentru Standarde, Metrologie și Calitate, pe baza Hotărârii Guvernului nr. 481/1992 și are ca responsabilitate coordonarea și supravegherea aplicării prevederilor Ordonanței Guvernului nr. 20/1992, privind activitatea de metrologie, care urmează să devină Legea metrologiei, după aprobarea ei de către Parlament.

Biroul Român de Metrologie Legală (BRML) este un organ de specialitate al administrației publice centrale, având nivelul de direcție generală, în subordinea directă a Guvernului, constituit ca instituție publică de interes național, cu caracter interministerial și interdisciplinar, care asigură servicii tehnice specifice, necesare tuturor celorlalte domenii de activitate economică și socială și care supraveghează respectarea legislației metrologice pe întregul teritoriu național.

Instituția este neutră din punct de vedere politic, fiind obligată să aplice, în mod coerent și consecvent, următoarele politici, care nu sunt emanații ale sale:

— politica statului, exprimată prin legile adoptate de Parlament și, în primul rând, prin legea metrologiei;

— politica statului, exprimată prin convențiile internaționale, referitoare la metrologie, la care România este parte;

— politica Guvernului, care, în cadrul stabilit de politica statului, dispune prioritățile sau obiectivele determinate de conjunctura economică sau socială.

Pentru punerea în aplicare a acestor politici instituția metrologică beneficiază de avantajul unei tradiții de secole în metrologia internațională, care a permis sedimentarea și consacrarea unor principii și reguli de bază, recunoscute și aplicate de toate țările civilizate. Această împrejurare a făcut ca metrologia de stat să fie relativ mai puțin influențată, în esență, de conjunctura politică, evoluția ei fiind paralelă mai ales cu dezvoltarea tehnico-științifică și economică, sub protecția benefică a celor două convenții internaționale, de bază în domeniul metrologiei, la care România este parte semnatară:

— Convenția metrului (1875), care instituie Conferința Generală de Măsuri și Greutăți, Comitetul Internațional de Măsuri și Greutăți și Biroul Internațional de Măsuri și Greutăți, având ca preocupări principale Sistemul internațional de unități de măsură (SI) și etaloanele de definiție ale acestora;

— Convenția care instituie o Organizație Internațională de Metrologie Legală, o Conferință Internațională de Metrologie Legală, un Comitet Internațional de Metrologie Legală și un Birou Internațional de Metrologie Legală (1955), având ca preocupări principale armonizarea legislațiilor metrologice naționale ale țărilor membre și rezolvarea coordonată a problemelor tehnice și administrative legate de utilizarea mijloacelor de măsurare.

Având în vedere aceste antecedente favorabile și bazându-se, în egală măsură, pe experiența structurilor anterioare, noul organism metrologic a reușit să-și elaboreze o strategie care să conducă, în ultimă instanță, la o integrare europeană a României și în acest domeniu.

O introducere în strategia BRML implică reiterarea unor elemente distinctive, necesare pentru înlăturarea unor confuzii. O primă distincție trebuie făcută între metrologie, ca disciplină științifică și metrologia ca instituție. Metrologia, ca disciplină științifică, poate fi definită, pe scurt, drept știința și tehnica măsurărilor. Metrologia, ca instituție, comportă, de asemenea, necesitatea unor distincții,

* Biroul Român de Metrologie Legală, B-dul Nicolae Bălcescu nr. 21, București

deoarece în multe țări, inclusiv în România, există mai multe instituții de metrologie, dintre care cel puțin una este instituție de stat sau cu capital de stat. Această aparentă inadvertență își are originea într-o departajare din ce în ce mai accentuată între diversele ramuri ale metrologiei, care și-au precizat obiecte și direcții de activitate distincte. În țările dezvoltate, se face următoarea departajare între ramurile metrologiei, cărora le pot corespunde sau nu și organisme sau instituții de resort: metrologia științifică, metrologia legală și metrologia industrială.

Metrologia științifică are ca obiect unitățile de măsură și sistemele de mărimi și unități, etaloanele de definiție și cele primare ale unităților de măsură și teoria generală a măsurărilor, inclusiv calculul erorilor și incertitudinilor de măsurare, abordate la modul general.

Metrologia industrială constituie transpunerea, într-un anumit sens, a metrologiei științifice în planul practic-aplicativ și are în vedere tehnica măsurării unor mărimi concrete și asigurarea corectitudinii măsurărilor, prin garantarea trasabilității lor la etaloanele de definiție, cu deosebire, în domeniul industriei, dar nu numai.

Metrologia legală este partea metrologiei supusă unor reglementări oficiale obligatorii (legi, hotărâri, instrucțiuni, norme, proceduri), care au ca scop protejarea populației împotriva efectelor dăunătoare ale măsurărilor inexacte sau false și, în general, asigurarea corectitudinii măsurărilor în situațiile când acestea intervin în relațiile dintre părți cu interese diferite sau contradictorii. Metrologia legală se intersectează, parțial, atât cu metrologia științifică, cât și cu cea industrială, această suprapunere trebuind interpretată nu în sensul că metrologia legală își însușește părți din celelalte, ci că aceste părți sunt supuse unor rigori suplimentare, care să asigure anumite garanții, absolut necesare scopului menționat.

Strategia BRML își propune obiectivele, căile și metodele prin care pot fi îndeplinite obiectivele, precum și mijloace și resurse pe care poate conta sau pentru care trebuie să se lupte pentru a le obține.

Obiectivul fundamental al strategiei coincide cu obiectivul fundamental al metrologiei românești, în ansamblu: asigurarea uniformității și corectitudinii măsurărilor în România. Acest obiectiv este comun tuturor ramurilor metrologiei, iar îndeplinirea lui constituie una dintre funcțiile cu caracter permanent ale statului. Uniformitatea măsurărilor constă în folosirea acelorași unități de măsură, de către toți utilizatorii, în toate împrejurările, iar corectitudinea măsurărilor rezidă în efectuarea acestora cu o incertitudine și un nivel de încredere corespunzătoare scopului căruia îi

este destinată informația obținută prin măsurare.

La obiectivul fundamental se adaugă obiectivul principal, specific metrologiei legale, care constă în asigurarea legalității măsurărilor efectuate în România, în domeniile de interes public. Legalitatea măsurărilor este definită prin asigurarea garanției publice asupra uniformității și corectitudinii acestora, pe baza unor prevederi oficiale și obligatorii.

Cele două obiective au o arie comună, dar, așa cum s-a arătat, aceasta decurge din specificul metrologiei legale. Prezentarea lor distinctă este necesară deoarece există și elemente care le deosebesc, iar cel de al doilea obiectiv deține ponderea majoritară în volumul activității BRML.

Pentru caracterizarea completă a obiectivului principal al metrologiei legale este de mare importanță definirea exactă și exhaustivă a domeniilor de interes public. Această definire riguroasă este absolut necesară, deoarece din ea decurg efecte juridice, însă constituie o sarcină extrem de dificilă, datorită diversității foarte mari a situațiilor existente, și, mai ales, a situațiilor posibile. În stadiul actual, domeniile de interes public sunt cele în care, pe bază de măsurare, se realizează:

- a) tranzacții comerciale;
- b) determinarea unor mărimi importante pentru sănătatea oamenilor (medicină, farmacie, fabricarea și controlul medicamentelor), pentru protecția muncii și a mediului, pentru siguranța traficului de călători și mărfuri;
- c) determinarea unor impozite, taxe, tarife, prime, amenzi, remunerații, indemnizații sau alte redevențe de tip similar;
- d) determinarea mărimilor necesare în aplicarea unor normative oficiale, cu caracter obligatoriu și în expertizele judiciare;
- e) preambalarea produselor destinate vânzării cu amănuntul, direct către public.

Căile și metodele, care urmează a fi folosite pentru realizarea obiectivelor propuse, sunt cele de uz curent pentru orice organism tehnico-administrativ, la care se adaugă și unele cu caracter specific. În rezumat, acestea sunt următoarele: informarea, coordonarea, inițiativa legislativă și normativă, asigurarea tehnică a reproducerii, conservării și transmiterii unităților de măsură, colaborarea cu alte organisme naționale și internaționale, educația în domeniul metrologiei, controlul metrologiei al statului, constrângerea prin aplicarea sancțiunilor legale, dezvoltarea și adaptarea permanentă la noile condiții, atunci când acestea se modifică.

Mijloacele și resursele de care dispune BRML pentru ca, prin aplicarea metodelor menționate, să-și atingă obiectivele, sunt:

- 1) mijloace normative (legi, hotărâri, instrucțiuni, norme);

2) mijloace materiale -- patrimoniu propriu care cuprinde: imobile, spații în folosință, etaloane, instalații, utilaje, mobilier, mijloace informatice, de comunicație și de transport;

3) resurse financiare -- sursa principală de finanțare este bugetul statului, la care se adaugă o mică cotă din veniturile extrabugetare ale laboratoarelor și eventuale donații;

4) personal cu pregătire superioară și medie, în limita posturilor aprobate.

Organizarea și funcționarea BRML sunt conforme cu Hotărârea Guvernului nr. 481/1992 care precizează atribuțiile și structura organizatorică. Printre atribuțiile mai importante, pot fi menționate:

a) elaborarea unor acte normative, în domeniul;

b) atestarea etaloanelor din Sistemul național de etaloane;

c) supravegherea etaloanelor naționale;

d) elaborarea unor programe de dezvoltare a activității de metrologie;

e) avizarea temelor de cercetare din domeniul metrologiei legale, finanțate de la buget;

f) efectuarea controlului metrologic al statului asupra măsurărilor și mijloacelor de măsurare din domeniile de interes public;

g) constatarea contravențiilor și aplicarea sancțiunilor;

h) acordarea sau retragerea autorizațiilor pentru exercitarea activităților de metrologie prevăzute de lege;

i) acordarea sau retragerea aprobării de model pentru fabricarea și importul mijloacelor de măsurare;

j) certificarea mijloacelor de măsurare;

k) organizarea și asigurarea funcționării rețelei de laboratoare de etalonări și verificări metrologice.

Pentru îndeplinirea acestor atribuții, BRML are un aparat central, cu un număr maxim de 50 posturi, distribuite în patru direcții: direcția norme, reglementări și autorizări; direcția tehnică și verificări metrologice; direcția planificare, sinteză și control; direcția economico-administrativă, la care se mai adaugă și un serviciu de contencios. În subordinea BRML, se află:

-- 14 inspecții interjudețene de metrologie, cu finanțare de la buget și personalitate juridică, având, pe ansamblu, un număr maxim de 220 posturi;

-- un laborator de încercări pentru aprobări de model, extrabugetar;

-- laboratoare teritoriale de metrologie, extrabugetare, în toate județele;

-- Institutul Național de Metrologie din București, instituție publică cu personalitate juridică, funcționând în regim de institut de cercetări științifice și având gestiune proprie.

Institutul Național de Metrologie are un rol aparte în structura BRML, preocuparea sa principală fiind metrologia științifică și, în subsidiar, cea industrială, deci un rol oarecum complementar în raport cu preocupările de bază ale BRML, ceea ce nu înseamnă că aportul său în domeniul metrologiei legale este de neglijat. Institutul are următoarele atribuții:

a) efectuează cercetări științifice și tehnice în domeniul metrologiei;

b) asigură conservarea și perfecționarea etaloanelor naționale pe care le deține și urmărește garantarea exactității lor prin comparații cu etaloanele internaționale;

c) transmite unitățile de măsură de la etaloanele primare la etaloanele secundare;

d) efectuează, la cerere, alte lucrări de metrologie și prestări de servicii, autorizate în condițiile prevăzute de lege;

e) participă la lucrările organismelor internaționale și regionale privind etaloanele primare și la orice alte manifestări internaționale pe probleme de metrologie, altele decât cele de metrologie legală.

Pentru orientarea activității de cercetare și a principalelor direcții de dezvoltare din domeniul metrologiei, este în curs de constituire, pe lângă Institutul Național de Metrologie, un Consiliu consultativ de metrologie, în care participă reprezentanți ai BRML, ministerelor, asociațiilor profesionale, patronatului și alți specialiști.

În noua sa structură și prin revenirea la menirea sa fundamentală, Biroul Român de Metrologie Legală este deschis colaborărilor și inițiativelor de natură să situeze metrologia românească la nivelul îndreptățit de tradiția ei seculară și de valoarea colaboratorilor săi. Este esențial ca această instituție să-și păstreze statutul de organ de specialitate, neutralitatea și echidistanța în raport cu forțele politice, economice și sociale, astfel încât să fie folositoare pentru întreaga societate românească.

Metrologia legală și economia de piață (I)

PAUL DÂRVARIU *

Abstract: *The paper deals with general principles of legal metrology involvement in various areas of activity under market economy conditions. After some historical considerations, the pattern approval is presented in detail, as a main tool of state metrological control of measuring instruments. Some metrological aspects concerning water and heat metering, manufacturing and use of taximeters etc. are also commented.*

Résumé: *L'article s'occupe des principes généraux après lesquels la métrologie légale s'implique dans des divers domaines d'activité dans l'économie de marché. Après quelques considérations historiques, on présente en détail l'approbation de modèles comme un instrument principal de l'État pour le contrôle métrologique des appareils de mesure. Quelques aspects de métrologie légale concernant les compteurs d'eau et d'énergie thermique, la fabrication et l'utilisation des taximètres etc. sont aussi discutés.*

Introducere

Organizația Internațională de Metrologie Legală (OIML) definește metrologia legală ca acea parte a metrologiei care se ocupă „de unități de măsură, metode de măsurare și mijloace de măsurare, în raport cu cerințele tehnice și legale obligatorii care au ca obiect asigurarea garanției publice din punct de vedere al siguranței și exactității măsurărilor”.

Într-o democrație autentică, dreptul omului la măsurări exacte trebuie garantat. Într-o economie de piață, unde interesele participanților la diverse măsurări pot fi atât de diferite, rolul de garant al statului iese cu atât mai mult în evidență. Iată de ce țările cu economii de piață puternice dispun de instituții de metrologie legală reprezentative.

În drumul spre democrație și economia de piață, statul român a înființat în august 1992 propria instituție de metrologie legală, Biroul Român de Metrologie Legală (BRML).

Cadrul legal în care urmează să se desfășoare întreaga activitate din domeniu este asigurat de Ordonanța Guvernului României nr. 20/1992. Urmează elaborarea într-un timp foarte scurt a unui pachet de instrucțiuni, proceduri și norme de metrologie legală cu privire la etaloane, aprobări de model, verificări metrologice, autorizări, activități de control.

Activitățile din domeniul metrologiei legale sunt îndreptate în două direcții: pe de o parte

spre reproducerea, conservarea și transmiterea unităților de măsură, iar pe de altă parte spre controlul mijloacelor de măsurare și măsurărilor din domeniile de interes public.

Omul ia contact cu metrologia legală chiar din primele sale clipe de viață: nu numai momentul exact al nașterilor, dar și lungimea și masa noului născut se înregistrează cu rigurozitate. Aceste trei mărimi fundamentale — timpul, lungimea și masa — vor fi măsurate cu instrumente aflate sub incidența metrologiei legale. De-a lungul întregii sale vieți un cetățean va avea de-a face cu nenumărate mijloace de măsurare supuse controlului metrologic al statului. În general, toate acestea trebuie să primească aprobarea de model și să fie verificate.

Scopul principal al reglementărilor de metrologie legală este atât protecția consumatorului, ca beneficiar al unor servicii și bunuri măsurate, cât și a executantului acestor servicii sau vânzătorului de bunuri. Cumpărătorul trebuie să primească exact cantitatea de bunuri pe care le-a plătit și, în consecință, vânzătorul nu trebuie să furnizeze o cantitate mai mare decât cea corespunzătoare plății. Reglementările de metrologie legală trebuie să asigure, de asemenea, protecția cetățenilor în domeniul sănătății, protecției mediului și a muncii și, în general, în toate domeniile în care se pot lua, pe bază de măsurări, decizii care îl pot afecta direct sau chiar indirect.

În România, în fiecare zi se fac tranzacții comerciale de sute de milioane de lei; marea lor majoritate se bazează pe rezultatele unor măsurări. Basculele-pod feroviare și rutiere, balanțele comerciale și industriale, pompele de benzină, contoarele de energie electrică, de gaz și de apă sunt câteva dintre cele mai importante mijloace de măsurare care participă la tranzacții comerciale. Este o realitate faptul că, din 1990, numărul lor este într-o continuă creștere, ceea ce conduce la o implicare sporită a instituțiilor de metrologie legală.

Datorită răspindirii tot mai mari a instrumentelor de diagnosticare și de analiză în domeniul medical, activitatea medicilor devine din ce în ce mai dependentă de rezultatele măsurărilor cu aceste instrumente. Asigurarea metrologică în domeniul medical protejează pacienții împotriva diagnozelor false și contribuie la diminuarea cheltuielilor prin reducerea repetării măsurărilor.

Opinia publică românească este din ce în ce mai interesată de protecția mediului și, în particular, de protecția împotriva radiațiilor radioactive, zgomotului și poluării aerului. Multe

*) Biroul Român de Metrologie Legală, B-dul Nicolae Bălcescu nr. 21, București

dintre deciziile luate în industrie sau de către municipalități privind reducerea noxelor sau instalarea unor dispozitive de protecție sunt corelate cu rezultatele măsurărilor executate cu instrumente supuse controlului statului. Același lucru se poate spune și despre aparatele utilizate în măsurarea vitezei și la determinarea prețului la transportul cu autovehicule-taxi.

Câteva repere istorice

Pe teritoriul României numeroase mărturii istorice atestă existența unor măsurări unitare, prin prezența diferitelor obiecte (în general măsuri de lungime, masă, volum) care au fost folosite în acest scop. Există și mărturii documentare care demonstrează chiar existența unor veritabile reglementări de metrologie legală. Iată, de pildă, la 15 octombrie 1763, voievodul Grigorie Ioan Callimachi, domnitorul Moldovei, semna la Iași un hrisov prin care porunea: „vădrăritul de-acum înainte să se măsoare la toate vasele și mari și mici cu cotul de fier care este la amândouă capetele cu boure domnești și este făcut de pe măsura cotului muntenesc și nu îi aruncă năpasta”. Prin urmare, cu mijloace specifice metrologiei, se instituie o unificare „avant la lettre”, etalonul din Moldova, identic cu cel din Țara Românească fiind păstrat în condiții riguroase. Pentru folosirea lui se tipăresc „câteva ponturi pecetluite cu pecetea domnească”: adică niște reglementări care s-ar putea numi astăzi „instrucțiuni de metrologie legală”.

Cu toate că bătălia pentru introducerea sistemului metric în țările române a început încă din 1835 (printr-un proiect de lege rămas neaplicat), abia Unirea Principatelor a fost evenimentul care a determinat primul mare pas pe drumul metrologiei legale românești: în 1864 domnitorul Alexandru Ioan Cuza a semnat „Legea pentru adoptarea sistemului metric de măsuri și greutate în România”.

În 1875 șaptesprezece state au semnat la Paris „Convenția Metrului” care instituie Biroul Internațional de Măsuri și Greutăți (BIPM), cu sediul la Sèvres. Ulterior, și România a devenit membru cu drepturi depline al Convenției Metrului.

Pe plan instituțional, în 1889 a fost creat „Serviciul central de măsuri și greutate”, în fapt prima instituție de metrologie legală din România. Au urmat înființarea Direcției Generale a Măsurilor și Greutăților (1921) și, după război, a Direcției Generale de Verificări Metrologice și a Institutului de Metrologie (azi, Institutul Național de Metrologie).

România este membru fondator al Organizației Internaționale de Metrologie Legală, organizație creată în 1956 pentru a promova cola-

borarea între țările lumii, mai ales în domeniul armonizării reglementărilor de metrologie legală și al ușurării schimburilor internaționale de informații, produse și servicii.

Aprobarea de model-necesitate și obligație

Practic, din decembrie 1989, instituția de metrologie legală din România a fost pusă în fața unui număr din ce în ce mai mare de solicitări pentru acordarea aprobării de model. În condițiile regretabilului regres al producției autohtone de mijloace de măsurare, cea mai mare parte a solicitărilor aparțineau unor firme străine sau române importatoare interesate în promovarea unei game largi de mijloace de măsurare: balanțe electronice, contoare de gaz, contoare de apă (rece și caldă), contoare de energie termică. Semnificativă pentru industria românească a fost numai fabricația de taximetre electronice. Se înregistrează, totuși, și unele încercări de introducere în fabricația indigenă a balanțelor electronice, a contoarelor de apă și a celor de energie termică.

Din experiența ultimilor doi ani, o concluzie este evidentă: firmele puternice din țările cu metrologie legală dezvoltată (Germania, Japonia, SUA, Marea Britanie) consideră aprobarea de model în primul rând ca o necesitate și abia apoi ca o obligație legală. În multe cazuri ofertele către piața românească au fost lansate numai după obținerea certificatului aprobării de model. Dovedind seriozitate și realism, această conduită este perfect motivată: nu poți să te lansezi într-un program care presupune cheltuieli majore înainte de a ști dacă produsele în cauză corespund exigențelor reglementate. Nu același lucru se poate spune despre unele firme românești care, de obicei, contactează metrologia legală după ce au angajat cheltuieli de milioane pentru fabricația sau importul unor mijloace de măsurare supuse controlului statului. Să fie Tokyo sau Londra mai aproape decât cartierul Titan? Convinși fiind că măcar o parte din aceste greșeli sunt provocate de lipsa informațiilor, mă voi referi, în continuare, la câteva aspecte legate de metrologia de acordare a aprobării de model. Abordarea este cu atât mai necesară, cu cât, cronologic vorbind, în cele mai multe dintre situații, cererea de aprobare de model este prima luare de contact cu rigorile metrologiei legale.

Prin aprobarea de model, Biroul Român de Metrologie Legală atestă conformitatea unui tip de mijloc de măsurare cu prevederile normelor de metrologie legală în vigoare. În cazurile de absență a unor asemenea norme (fierească și justificată într-o perioadă de tranziție), instituția de metrologie legală se poate raporta la prevederi ale unor recomandări internaționale ale OIML sau ale unor standarde

internaționale, naționale sau de firmă, în măsura în care acestea nu contravin principiilor generale ale metrologiei legale și legislației românești.

În general, se supun aprobării de model mijloacele de măsurare care figurează în „Lista oficială” publicată periodic de BRML (de exemplu, în numărul 1/1993 a revistei „Metrologie” este publicată „Lista oficială” valabilă pentru 1993). Excepțiile de la această regulă sunt tratate separat de către BRML, prin aprobări distincte.

Aprobarea de model se acordă, pe baza unei evaluări tehnice și administrative executate de instituții din structura BRML (sau din afara BRML, dar acreditate de acesta), la cererea producătorului sau, după caz, importatorului împuternicit de producător.

Deși, în baza împuternicirii producătorului, cererea de aprobare de model poate fi prezentată și de alți agenți economici (reprezentanți comerciali, distribuitori, utilizatori etc.), experiența arată că aceste soluții sunt mai puțin eficiente din cauza circulației dificile a informației.

Referitor la solicitanții aprobării de model, două precizări sunt necesare :

- schimbarea producătorului, inclusiv fabricarea aceluiași tip de mijloc de măsurare în societăți mixte sau filiale înregistrate în alte țări, atrage după sine obligația obținerii unei alte aprobări de model ;

- în cazul importului aceluiași tip de mijloc de măsurare de către mai mulți importatori, fiecare dintre aceștia trebuie să obțină aprobarea de model, chiar dacă există o aprobare acordată anterior producătorului sau unui alt importator.

De parte de a fi excesive, aceste prevederi permit Biroului Român de Metrologie Legală să se asigure în ce măsură modelele fabricate sau importate în noile condiții sunt conforme modelului deja aprobat. Evident că, în aceste cazuri, stabilirea conformității se poate face prin proceduri simplificate și de mai scurtă durată.

Ponderea cea mai mare în programul de evaluare o dețin încercările de model care se pot executa, în principal, în laboratoarele de încercări ale BRML, dar și în alte laboratoare de încercări acreditate de BRML, în laboratoarele producătorului sau chiar la locul de utilizare (în cazul când construcția sau gabaritul produsului o impun).

În baza unor convenții bilaterale sau multilaterale încheiate potrivit documentelor internaționale de metrologie legală și legislației românești, se pot recunoaște parțial sau integral rezultatele încercărilor de model executate de serviciile de metrologie legală ale altor țări membre ale OIML.

Pe baza analizei raportului încercării de model, BRML poate acorda fie aprobare de model completă (cu valabilitate maximă 10 ani), fie

aprobare de model provizorie (în cazul în care se impune finalizarea unor încercări de durată, referitoare, în general, la comportarea în exploatare).

Evident că, în cazul în care un model nu corespunde prevederilor din reglementările de metrologie legală, aprobarea de model nu poate fi acordată, decizia fiind comunicată solicitantului printr-o scrisoare argumentată. Există, totodată, și situații bine precizate de reglementări, în care o aprobare de model poate fi retrasă.

Pe fiecare mijloc de măsurare fabricat sau importat în baza unei aprobări de model se aplică obligatoriu marca metrologică de model, semn cu reprezentare detaliată în fiecare certificat de aprobare de model.

Nu se poate încheia această scurtă prezentare, fără a enumera succint obligațiile producătorilor și importatorilor de mijloace de măsurare supuse aprobării de model. Ele se referă, în principal, la începerea fabricației sau importului numai după obținerea aprobării de model, la informarea corectă a BRML și beneficiarilor cu privire la caracteristicile mijloacelor de măsurare, la asigurarea condițiilor materiale necesare încercărilor, la respectarea condițiilor înscrise în certificatele aprobării de model, la aplicarea mărcii de model, la modificarea mijloacelor de măsurare aprobate etc.

Metrologia legală și contorizarea apei

Măsurarea cantităților de apă comercializate între diverși agenți economici sau distribuite consumatorilor urbani este o activitate aflată sub incidența metrologiei legale românești. Abordarea sistematică, de către cei în drept, a acestei probleme va avea, cu certitudine, efecte benefice, atât pe plan economic (prin reducerea consumurilor nejustificate și a pierderilor), cât și pe plan social (prin realizarea concordanței între sumele plătite și cantitățile efectiv consumate).

În domeniul contorizării cantităților de apă livrate consumatorilor urbani (segment care interesează în cel mai înalt grad metrologia legală, datorită imperativului de protecție a consumatorului), până la apariția, la sfârșitul acestui an a unor norme de metrologie legală, se utilizează ca documente de referință standardul ISO 4064/1, 2, 3 și recomandările internaționale ale OIML nr. 49 (pentru apă rece) și nr. 72 (pentru apă caldă).

În strânsă corelație cu prevederile reglementărilor de metrologie legală, câteva aspecte se cer aprofundate :

- cum trebuie făcute verificările periodice, având în vedere principiul fundamental al metrologiei legale, nesocotit în România dinainte de decembrie 1989, conform căruia corecti-

tudinea și exactitatea unui mijloc de măsurare care participă la tranzacții nu poate fi atestată de către deținătorul acestuia?

— cum trebuie rezolvată problema contorizării apei în blocurile de locuințe în condițiile menținerii mentalității consumului „la comun”?

Laserul în metrologia lungimilor (I) Laserul He-Ne-radiație măsură de lungime

DRAGOȘ BOICIUC *

Abstract: This is the first in a series of four papers depicting some aspects of the use of lasers in metrology for length measurement, including a description of HeNe laser, a discussion of its metrologic characteristics and of the methods used to assure the stability of its frequency, as well as a survey of length measurement applications using HeNe lasers. The first part deals with HeNe laser used as radiation sources for length measurements and discusses the main factors influencing its frequency stability.

Résumé: Cet article est le premier d'une série de quatre articles qui s'occupent de quelques aspects de l'usage des lasers dans la métrologie des longueurs, y compris une description du laser à HeNe, de ces caractéristiques métrologiques et des méthodes pour assurer la stabilité de sa fréquence et aussi une passe en revue des applications de mesurage des longueurs en utilisant les lasers à HeNe. Dans la première partie on présente l'utilisation des lasers à HeNe comme des sources de radiation pour les mesurages des longueurs et on discute les principaux facteurs influençant la stabilité de leur fréquence.

1. Introducere

Cea de-a 17-a Conferință Generală de Măsură și Greutăți (CGPM), care a avut loc în 1983 la Paris, a adoptat prin Rezoluția a 1-a, [1], următoarea definiție a metrului:

„Metrul este lungimea drumului parcurs de lumină în vid, în timpul de $1/299\,792\,458$ dintr-o secundă”.

Aceeași Conferință Generală de Măsură și Greutăți a imputernicit Comitetul Internațional de Măsură și Greutăți (CIPM) să recomande liniile directe pentru punerea în practică a

— cum trebuie organizată mentenanța mijloacelor de contorizare în condițiile unor caracteristici fizico-chimice ale apei ce pot genera uzuri premature și blocaje ale contoarelor?

Sunt întrebări la care producătorii, importatorii și utilizatorii și, evident, metrologii sunt invitați să propună răspunsuri.

acestei definiții. Astfel, CIPM adoptă o recomandare care spune că metrul se poate realiza prin una din următoarele metode:

a) cu ajutorul lungimii l a drumului parcurs, în vid, de o undă electromagnetică plană în timpul t ; această lungime este obținută pornind de la măsurarea duratei t , folosind relația:

$$l = c \cdot t$$

și valoarea vitezei luminii în vid $c = 299\,792\,458$ m/s;

b) cu ajutorul lungimii de undă în vid λ a unei unde electromagnetice plane de frecvență f ; această lungime de undă este obținută pornind de la măsurarea frecvenței f , utilizând relația:

$$\lambda = \frac{c}{f}$$

unde: c are semnificația și valoarea specificată anterior;

c) cu ajutorul uneia din radiațiile din tabelul 1 [2], sau când se cere o exactitate mai modestă, prin folosirea surselor clasice [3], recomandate de CIPM în 1960, pentru care se poate utiliza valoarea dată a lungimii de undă în vid sau a frecvenței, cu incertitudinea indicată.

Noua definiție este o definiție „deschisă”; toate radiațiile a căror frecvență este bine cunoscută pot servi ca etalon, cu condiția respectării indicațiilor specifice și a modului de lucru corespunzător.

În metrologia lungimilor radiația laser este utilizată atât ca o măsură etalon de referință în diferite tehnici de măsurare a distanțelor cât și ca etalon primar de lungime.

Pentru măsurarea distanțelor cu laserul se folosesc diferite tehnici de măsurare care depind, în general, de ordinul de mărime al distanțelor măsurate. Astfel, pentru măsurarea distanțelor mici (până la ordinul sutelor de metri) se folosesc metode interferometrice, pentru măsurarea

* Institutul Național de Metrologie, șos. Vitan Bărzești nr. 11, Sector 4, București.

Tabelul 1

Laser stabilizat prin absorbție saturată	Molecula absorbantă	Banda, linia componentă	Frecvența (MHz)	Lungimea de undă (nm)	Incertitudinea relativă ($\pm 10^{-10}$)
He-Ne Colorant sau He-Ne	CH ₄	P(7), F	88 376 181,608	3 392 231 397,0	1,3
He-Ne	127I ₂	17-1, P(62), 0	520 206 808,51	576 294 760,27	6
He-Ne	127I ₂	11-5	473 612 214,8	632 991 398,1	10
He-Ne	127I ₂	R(127), i	489 880 355,1	611 970 769,8	11
Ar	127I ₂	9-2, R(47), 0	582 490 603,6	514 673 466,2	13
		43-0, S P(13)			

distanțelor medii (până la ordinul zecilor de kilometri) se folosește telemetria cu fascicule modulate, iar pentru măsurarea distanțelor mari (până la sute de mii de kilometri) se folosește telemetria în impuls sau radarul optic.

2. Descrierea laserului He-Ne

Primul laser a fost realizat în 1960, de Maiman, pe baza ideilor emise în 1951-52 de către fizicienii Townes din USA și Basov și Prohorov din URSS, referitoare la amplificarea radiației pe baza emisie stimulată [3, 4].

Laserul este un dispozitiv care generează și amplifică lumina cu ajutorul emisie stimulată a radiației. Un laser este constituit dintr-un mediu activ format din atomi, molecule sau ioni plasați între două oglinzi semireflectante, care obligă radiația să parcurgă de mai multe ori mediul activ, stimulând alte emisii.

Radiația laser este superioară radiației tuturor celorlalte surse de lumină, prin aceea că are o foarte mare intensitate și coerență, precum și o directivitate și monocromaticitate ridicate.

Părțile principale ale unui laser sunt:

- mediul activ;
- cavitatea rezonantă;
- sistemul de excitare al mediului activ.

2.1. Mediul activ

În metrologia lungimilor, în majoritatea cazurilor, este utilizat laserul He-Ne funcționând în regim continuu. Deci, mediul activ este format dintr-un amestec de He (cca 85 ... 90%) și Ne (cca. 15 ... 10%) la o presiune de 300 Pa, excitat printr-o descărcare electrică. Procedul de ciocniri prin bombardament face posibil transferul de excitare între atomii diferitelor elemente antrenate în coliziune; acesta este cazul amestecului He-Ne.

În fig. 1 este dată diagrama nivelelor energetice ale atomilor de He și Ne. Prin descărcare electrică atomii de He sunt excitați pe nivelul superior 2³S, care este foarte apropiat de nivelul 2S al neonului (diferența dintre acestea este de $\Delta W = 0,15$ eV). Această apropiere

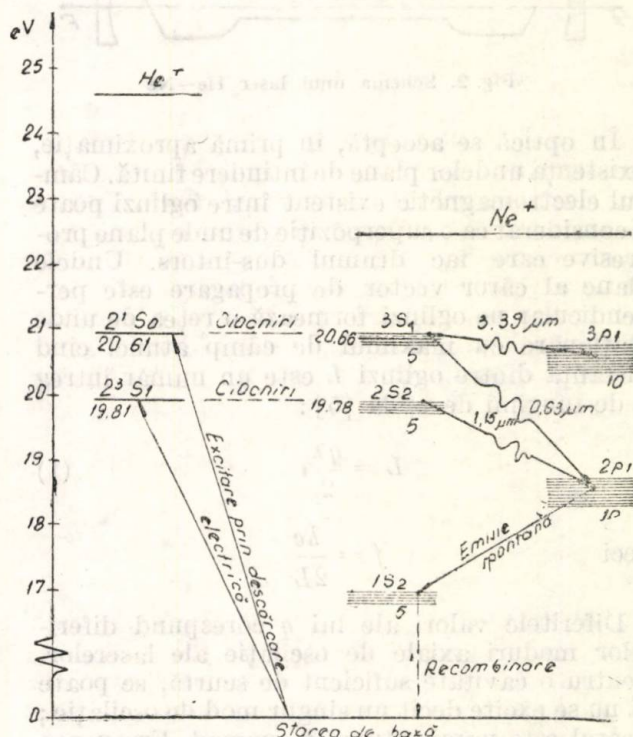


Fig. 1. Diagrama nivelelor energetice ale atomilor de heliu și neon

face ca atomii de Ne să fie excitați prin transfer de energie. Tranzițiile laser pot avea loc între nivelele 2S₁ - 2P₁ (30 de tranziții), tranziții care furnizează radiații în domeniul infraroșu și vizibil.

Tranzițiile cele mai importante în metrologia lungimilor au loc între următoarele nivele energetice (în notația spectroscopică Paschen):

$$3S_2 - 3P_4 \text{ cu } \lambda = 3,39 \text{ } \mu\text{m} \text{ (infraroșu inter-mediar)}$$

$$2S_2 - 2P_4 \text{ cu } \lambda = 1,15 \text{ } \mu\text{m} \text{ (infraroșu apropiat)}$$

$$3S_2 - 2P_4 \text{ cu } \lambda = 0,633 \text{ } \mu\text{m} \text{ (vizibil roșu)}$$

În măsurarea lungimilor prin metode interferometrice este utilizată radiația de cea mai mare intensitate din domeniul vizibil cu lungimea de undă de 0,633 μm - respectiv linia Ne I.

2.2. Cavitățile rezonante (rezonatorul laser)

Cavitățile rezonante (fig. 2) este constituită din două oglinzi M și M' sferice sau plane, care includ mediul activ între suprafețele lor reflectante. Câmpul electromagnetic din interiorul cavității laserului poate fi considerat ca acela al unei cavități slab cuplate cu exteriorul. Diferitele tipuri de oscilații electromagnetice ale laserului considerat ca o cavitate izolată sunt numite moduri de oscilație sau, simplu, moduri.

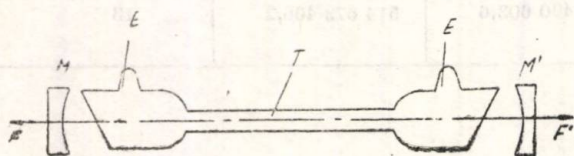


Fig. 2. Schema unui laser He-Ne

În optică se acceptă, în primă aproximație, existența undelor plane de întindere finită. Câmpul electromagnetic existent între oglinzi poate fi considerat ca o superpoziție de unde plane progresive care fac drumul dus-întors. Undele plane al căror vector de propagare este perpendicular pe oglinzi formează o rețea de unde staționare cu maximum de câmp atunci când distanța dintre oglinzi L este un număr întreg q de lungimi de undă [5]:

$$L = \frac{q\lambda}{2}, \quad (1)$$

deci

$$f = \frac{kc}{2L}$$

Diferitele valori ale lui q corespund diferitelor moduri axiale de oscilație ale laserelor. Pentru o cavitate suficient de scurtă, se poate să nu se excite decât un singur mod de oscilație; laserul este numit atunci monomod. Frecvența rămâne dependentă de lungimea optică a cavității.

Lărgimea spectrală a radiației furnizate de un laser poate fi inferioară valorii de $\Delta\sigma = 0,0001 \text{ m}^{-1}$ ($\Delta f = 30 \text{ kHz}$), ceea ce permite observarea franjelor de interferență la diferențe de drum de mai mulți kilometri.

Din nefericire, dacă profilul spectral instantaneu este foarte îngust, lungimea de undă medie λ a radiației variază rapid în cursul timpului. Ea trebuie să se situeze în interiorul unei benzi spectrale relativ largi [lărgimea spectrală de ordinul a

$$\Delta f = 1 \text{ GHz (sau } \Delta\sigma = 3 \text{ m}^{-1}\text{)]}$$

Primele rezonatoare laser au folosit oglinzi plan-paralele, dar prezentau dezavantaje majore prin faptul că erau greu de aliniat și erau foarte susceptibile la dereglări.

Ulterior teoria rezonatoarelor a fost mult dezvoltată, realizându-se numeroase sisteme cu oglinzi sferice, ce s-au dovedit a fi mult mai stabile și mai ușor de reglat decât rezonatoarele plan-paralele.

Razele de curbură ale oglinzilor R_1 și R_2 ale acestor rezonatoare și distanța L dintre acestea nu pot fi alese arbitrar, căci menținerea în limitele cavității rezonante a radiației luminoase ce se deplasează între cele două oglinzi, sau eliminarea ei din rezonator este dependentă de configurația geometrică a acestuia.

Dependența dintre R_1 , R_2 și L se exprimă prin intermediul condiției de stabilitate:

$$0 \leq \left(1 - \frac{L}{R_1}\right) \left(1 - \frac{L}{R_2}\right) \leq 1 \quad (2)$$

și poate fi reprezentată grafic după cum se ilustrează în fig. 3.

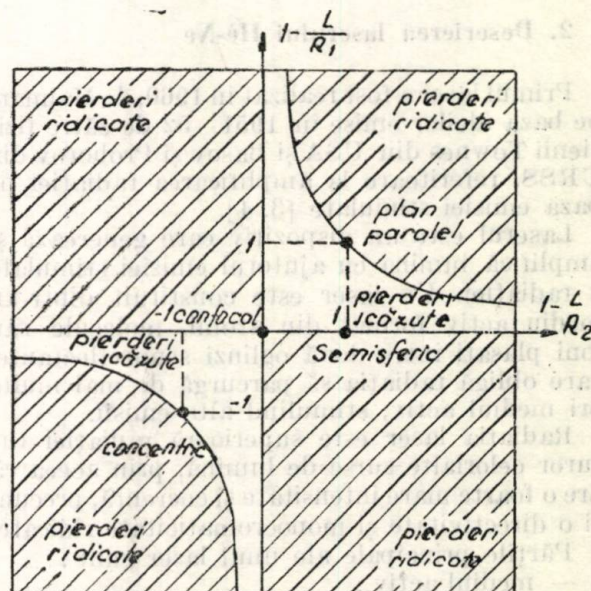


Fig. 3. Diagrama de stabilitate a rezonatoarelor laser

Din numărul mare de combinații R_1 , R_2 și L ce se înscriu în limitele inegalității (2) prezintă interes cinci combinații particulare, prezentate în fig. 4, și anume:

1. rezonatorul plan paralel: $R_1 = R_2 = \infty$
2. rezonatorul cu raze mari de curbură: $R_1 \gg L; R_2 \gg L$
3. rezonatorul confocal: $R_1 + R_2 = 2L$
4. rezonatorul concentric: $R_1 + R_2 = L$
5. rezonatorul semisferic: $R_1 = L; R_2 = \infty$

2.3. Sistemul de excitare a mediului activ

Pentru ca un dispozitiv laser să amplifice sau să genereze o radiație este necesar ca în mediul activ să se realizeze o inversie de populație a

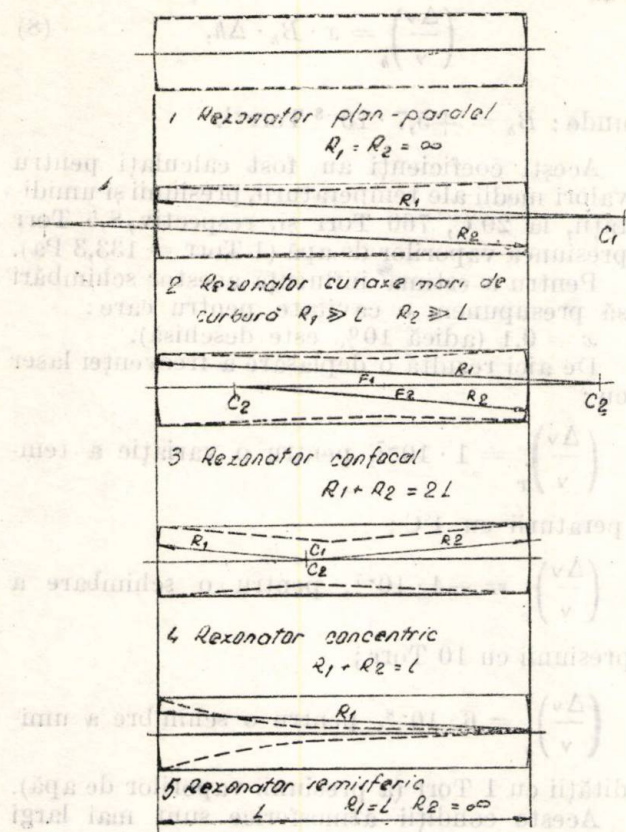


Fig. 4 Câteva configurații particulare de rezonatori laser

nivelelor energetice a atomilor ce formează mediul activ. Pentru a realiza inversia de populație se folosește un pompaj de energie, ceea ce face ca să se acumuleze tot mai mulți atomi pe nivelul de energie superior.

Pentru pompajul laserelor cu amestec gazos cel mai frecvent se folosesc descărcările în gaze. Atomii de Ne, între ale căror nivele energetice iau naștere tranzițiile laser, se excită prin ciocnirile cu atomii excitați de He și cu electronii liberi rapizi formați la descărcarea electrică ce se dezvoltă în amestecul gazos de He-Ne.

3. Factori care afectează stabilitatea frecvenței laser

Considerăm un laser ce funcționează în modul TEM₀₀ și presupunem că modurile neaxiale au fost eliminate prin alegerea cu grijă a razelor oglinzilor și a diametrului alezajului tubului. Frecvențele cavității rezonante ν_q sunt date de relația :

$$\nu_q = q \frac{c}{2nL} \quad (3)$$

unde : q este număr întreg și dă ordinul modului și n este indicele de refracție al mediului cu-

prins între cele două oglinzi laser, situate la distanța L .

Numărul de moduri ce contribuie la puterea de ieșire multimodală a laserului depinde de amplificarea mediului și de modul de separare axial $c/2L$.

Orice alt mod ce cade în domeniul frecvențelor optice, în care amplificarea este suficientă, astfel încât câștigul laser să poată depăși pierderile, va contribui la puterea de ieșire a laserului. În domeniul optic q poate ajunge egal cu 10^6 .

Din ecuația (3) rezultă că orice schimbare a ungimii cavității afectează frecvența de oscilație, astfel :

$$\frac{d\nu}{dL} = \frac{-q \cdot c}{2 \cdot L^2 \cdot n} \quad (4)$$

și ținând cont de relația (3) avem :

$$\frac{d\nu}{\nu} = \frac{dL}{L} \quad (5)$$

Din relația (5) rezultă că, pentru ca frecvența laserului să fie stabilă, trebuie ca orice schimbare a lungimii cavității să fie minimă și această menținere constantă a lungimii cavității este un prim obiectiv în schema de stabilizare a frecvenței [5, 6].

Există diferite perturbații posibile ale variației lungimii cavității și acestea pot fi împărțite în două grupe :

- perturbații care apar datorită efectelor externe;
- perturbații care apar datorită efectelor interne (în plasma din tub).

Obiectivul unei scheme de stabilizare a frecvenței este ca inițial să se micșoreze perturbațiile frecvenței laser ce apar datorită efectelor arătate anterior.

3.1. Perturbații datorate efectelor externe

3.1.1. Variația temperaturii

Variațiile temperaturii în spațiul dintre oglinzile laser ale cavității rezonante produc variația lungimii cavității datorită suporturilor oglinzilor. Deci, are loc o schimbare a raportului $\frac{\Delta L}{L}$ dată de $\alpha \Delta t$, unde α este coeficientul de dilatare liniară, iar Δt este variația temperaturii.

Pentru minimizarea efectului termic se utilizează materialele cu coeficient de dilatare scăzut, cum sunt : invarul, cuarțul topit și materiale ceramice.

În tabelul 2 sunt date principalele caracteristici ale unor materiale utilizate în tehnica laser :

Tabelul 2

Material	$\alpha(^{\circ}\text{C}^{-1})$	$Y(\text{N}/\text{m}^2)$	$\rho(\text{g}/\text{cm}^3)$
invar	$1,26 \cdot 10^{-6}$	$1,44 \cdot 10^{11}$	8,0
cuarț topit	$0,55 \cdot 10^{-6}$	$3,03 \cdot 10^{10}$	2,0
cer-vit	$0 \pm 15 \cdot 10^{-7}$	$9,23 \cdot 10^{10}$	2,3
zero-dur	$5 \cdot 10^{-8}$	$8 \cdot 10^{10}$	2,52

în care : α coeficientul de dilatare liniară ;
 Y modulul de elasticitate ;
 ρ densitatea materialului.

Au fost realizate materiale ceramice cu coeficienți de dilatare negativi pentru intervale de temperatură apropiate de temperatura din laboratoare, dar valoarea coeficientului de dilatare nu poate fi riguros controlată, deoarece proprietățile lor mecanice depind de compoziția ceramicii și de tratamentele aplicate în timpul producerii acestora.

Chiar pentru materiale cu coeficienți foarte mici de dilatare stabilitatea tipică a cavității este de $500 \text{ MHz} \cdot ^{\circ}\text{C}^{-1}$. Aceste efecte sunt, în general, lente și au loc în câteva minute. Pentru o stabilitate a frecvenței de 5 MHz, temperatura cavității trebuie să fie constantă cu o exactitate de $0,01^{\circ}\text{C}$. Această instabilitate a frecvenței crește cu lungimea laserului și este dificil de menținut o temperatură constantă pe întreaga lungime a cavității laser.

3.1.2. Variațiile condițiilor atmosferice

Laserul cu oglinzi exterioare (cazul majorității laserelor) are o parte din lungimea cavității deschisă în aer. Modificarea condițiilor atmosferice va schimba valoarea indicelui de refracție și, deci, va modifica lungimea cavității rezonante.

Factorii ce afectează indicele de refracție sunt :

- variația temperaturii ΔT
- variația presiunii Δp
- variația umidității Δh

Efectele influenței acestor factori asupra frecvenței medii ν a laserului le vom reprezenta prin relațiile :

$$\left(\frac{\Delta \nu}{\nu}\right)_T = x B_T \cdot \Delta T, \quad (6)$$

unde $B_T = +9,3 \cdot 10^{-7} ^{\circ}\text{C}^{-1}$;

$$\left(\frac{\Delta \nu}{\nu}\right)_p = x B_p \cdot \Delta p, \quad (7)$$

unde : $B_p = -3,6 \cdot 10^{-7} \text{ Torr}^{-1}$;

$$\left(\frac{\Delta \nu}{\nu}\right)_h = x \cdot B_h \cdot \Delta h, \quad (8)$$

unde : $B_h = +5,7 \cdot 10^{-8} \text{ Torr}^{-1}$.

Acești coeficienți au fost calculați pentru valori medii ale temperaturii, presiunii și umidității, la 20°C , 760 Torr și, respectiv, 8,5 Torr presiunea vaporilor de apă (1 Torr = 133,3 Pa).

Pentru a estima influența acestor schimbări să presupunem o cavitate pentru care :

$x = 0,1$ (adică 10% este deschisă).

De aici rezultă o deplasare a frecvenței laser cu :

$$\left(\frac{\Delta \nu}{\nu}\right)_T = 1 \cdot 10^{-7}, \text{ pentru o variație a temperaturii cu } 1^{\circ}\text{C};$$

$$\left(\frac{\Delta \nu}{\nu}\right)_p = -4 \cdot 10^{-7}, \text{ pentru o schimbare a presiunii cu } 10 \text{ Torr};$$

$$\left(\frac{\Delta \nu}{\nu}\right)_h = 6 \cdot 10^{-8}, \text{ pentru o schimbare a umidității cu } 1 \text{ Torr (a presiunii vaporilor de apă).}$$

Aceste condiții atmosferice sunt mai largi decât ne-am așteptat în condiții de laborator bine controlate (exceptând modificările de presiune); în general, însă, laserele sunt proiectate pentru a micșora cantitatea de spațiu liber în cavitate.

Laserele cu oglinzi interioare nu suferă, desigur, din cauza acestui efect, deși modificările de presiune pot schimba o structură nerigidă, iar schimbările de temperatură produc efecte legate de dilatarea tubului laser.

Turbulența aerului, cauzată de curenți exteriori oglinzilor laser, pot cauza fluctuații rapide de frecvență de câțiva megahertzi în câteva secunde; deci laserul trebuie să fie ecranat față de curenții de aer.

3.1.3. Vibrații mecanice

Pentru a menține o funcționare stabilă a laserului sau o instabilitate a frecvenței de $\frac{\Delta \nu}{\nu} = 1 \times 10^{-8}$, o lungime de 1 m a cavității laser trebuie menținută stabilă cu 10^{-10} m , sau 10 nm.

Modificarea acestei lungimi poate fi ușor făcută prin vibrații mecanice transmise de suprafața mesei de lucru, sau de către turbulența de aer în sistemul de control al temperaturii.

Metodele de înlăturare a vibrațiilor mecanice se bazează pe confecționarea unei mese de lucru de oțel suspendată pe suportți antivibratori formați din membrane de cauciuc și aer comprimat. Aceste metode sunt foarte eficiente pentru vibrațiile de frecvențe înalte, care sunt

eliminate, dar cele de frecvențe joase (sub 10 Hz) pot fi prezente, datorită rezonanței mesei de oțel și a suporturilor de susținere.

După izolarea vibrațiilor mecanice transmise prin fundația pe care este așezată instalația este necesar să izolăm vibrațiile acustice, produse de echipamente vecine, sau sisteme de control al mediului, utilizând diverse ecrane absorbante.

De asemenea, în scopul izolării de vibrații, aceste instalații se plasează în laboratoare situate la subsolul clădirii, pe fundații izolate de clădire.

Limita inferioară a stabilității vibrațiilor mecanice este impusă de fluctuațiile browniene din volumul barelor, în lungul acestora, ceea ce duce la baleiajul frecvenței. Reprezentăm aceasta prin :

$$-\frac{\Delta\nu}{\nu} = \frac{\Delta L}{L} = \left(\frac{2kT}{YV}\right)^{1/2} \quad (9)$$

unde : k constanta Boltzmann ;

T temperatura termodinamică ;

V volumul barelor ;

Y modulul Young al barelor.

Dacă înlocuim volumul V cu m/ρ se vede că valoarea $\Delta\nu/\nu$ se micșorează când raportul Y/ρ crește. Deci, pentru o rigiditate mare este necesară o valoare mare a modulului Young și o densitate mică.

Pentru valori tipice ale materialelor folosite rezultă o instabilitate a frecvenței de ordinul 10^{-14} .

3.1.4. Variația poziției componentelor optice

Lungimea drumului optic în cavitatea laser poate fi modificată de schimbarea poziției componentelor optice din cavitate. La trecerea sa prin ferestrele laser de grosime t , așezate sub unghi Brewster i_B și indice de refracție n , lumina parcurge un drum p , dat de relația :

$$p = t \cdot n / \cos r$$

unde r este unghiul de refracție al ferestrelor.

La unghi Brewster i_B avem :

$$i_B = \frac{\pi}{2} - r \text{ și, de asemenea, } \operatorname{tg} i_B = n$$

Rezultă că :

$$p = t \cdot \operatorname{tg} i_B / \sin i_B = \frac{t}{\cos i_B}$$

Astfel, se poate scrie, pentru variația Δp a poziției ferestrelor :

$$\frac{\Delta p}{\Delta i_B} = - \frac{t}{\sin i_B} \quad (10)$$

Variația frecvenței cauzată de aceasta este :

$$\frac{\Delta\nu}{\nu} = \frac{\Delta p}{n_M L} = \frac{t}{L \sin i_B} \quad (11)$$

unde n_M — indicele de refracție al mediului între oglinzile laser — este nominal egal cu unitatea, iar L este lungimea laserului.

Se poate calcula $\Delta\nu$ pentru ferestre cu grosimea de 2 mm, $L=1$ m și variația unghiului i_B (care are valoarea 57°) cu $1 \mu\text{rad}$. Aceasta conduce la o instabilitate de $\pm 3 \cdot 10^{-8}$ și indică necesitatea unui suport rigid pentru orice element intracavitar.

3.1.5. Câmpuri magnetice

Dacă suportul cavității laser este confecționat din invar, este posibilă o schimbare a lungimii cavității datorită proprietăților magnetistrictive ale invarului. Josefa a arătat că numai datorită efectului cîmpului magnetic terestru au loc modificări de 140 kHz, ceea ce corespunde unei variații a lungimii laserului cu $1,15 \mu\text{m}$. Influența cîmpului magnetic determinat de aparatele electronice locale poate avea un efect considerabil în laserele de înaltă stabilitate, sau în stabilizarea prin efect magnetic.

Câmpurile magnetice au efect, de asemenea, în creșterea lărgimii benzii. Acestea determină despicarea curbei cîștigului laser în câmp prin efect Zeeman în două curbe ce se suprapun parțial, prin polarizare circular opusă.

Această despicare este simetrică față de linia centrală nemodificată, iar pentru linia de 633 nm este de ordinul a 2 MHz, pentru un câmp magnetic de 1 Gs.

3.2. Perturbații datorate efectelor interne

3.2.1. Zgomotul de descărcare

În general, descărcările în gaz nu sunt bine elucidate și se cunoaște relativ puțin despre mecanismul de descărcare și efectele diferiților parametri de descărcare.

Fluctuațiile în populația nivelului superior al laserului pot fi cauzate de variațiile în curentul de descărcare, din instabilități sau oscilațiile plasmiei.

Acestea conduc la un spectru de zgomot alb, cu o putere de ieșire ce poate fi de câteva procente din puterea totală a laserului.

Oscilațiile circuitului tub cu plasmă — rezistor de balast al sursei de putere al laserului excitat în curent continuu conduc frecvent la variații de intensitate în regiunea kHz, a cărei amplificare poate atinge câteva procente din puterea de ieșire.

În zona de joasă frecvență (10 Hz ... 1 MHz) variațiile puterii tuburilor individuale depind de procedeul de procesare și geometria lor, dar apariția unor picuri puternice în spectrul de descărcare a frecvențelor audio este un fenomen

obișnuit. Aceste picuri sunt asociate cu perturbății de descărcare, iar natura spectrului depinde critic de curentul de descărcare.

Utilizarea unei frecvențe radio sau o suprapunere de frecvență radio în excitarea în curent continuu pot duce uneori la o descărcare mai uniformă decât o simplă excitare în curent continuu.

Pentru a minimiza perturbățiile discutate în paragrafele anterioare trebuie luate măsuri de precauție pentru a micșora fluctuațiile frecvenței radiației laser emise, deci pentru a stabiliza laserul în frecvență.

Sistem de măsurări dimensionale cu traductoare inductive, cu prelucrare digitală a informației

Abstract: The paper describes a digital instrument for dimensional deviations measurement using an inductive transducer with differential coils and moving core. As it allows for continuous measurement of dimensional deviations, the instrument may be used for a variety of applications. In addition, measurement data may be processed, transmitted and stored by a computer.

Résumé: On décrit un appareil numérique pour mesurer les déviations dimensionnelles en utilisant un capteur inductif à bobine différentielle et noyau mobile. L'appareil permet le mesurage continu des déviations dimensionnelles et peut être utilisé dans un grand nombre d'applications. De plus, il permet le traitement, la transmission et l'accumulation de l'information à l'aide d'un ordinateur.

Lucrarea realizată prezintă o nouă soluție asupra posibilităților de măsurare și control a abaterilor dimensionale de la cote prestabilite, îmbinând soluția clasică a pragurilor limită (prin mijloace electromecanice) cu soluția controlului dimensional prin intermediul unui calculator.

Îmbinarea celor două metode oferă atât o soluție ergonomică — prin utilizarea indicatoarelor luminoase ale pragurilor dimensionale, cât și o soluție de asistare a procesului tehnologic de către un calculator.

Soluția adoptată, conform schemei funcționale din fig. 1, se bazează pe prelucrarea tensiunii de dezechilibru a unei punți de curent

BIBLIOGRAFIE

- [1] BIPM, 17th Conference Générale des Poids et Mesures, 1983
- [2] CIPM, Procès — verbaux des séances, Tome 51, 1983
- [3] Duja D., Laserul — lumina de mline, Editura Academiei, 1981
- [4] Popescu I. M., Aplicații ale laserilor, Editura Tehnică, 1979
- [5] BIPM, Cents ans de métrologie, Paris, 1976
- [6] Wallard A. J., The frequency stabilization of gas lasers Journal of physics, July 1973, vol. 6

BRÂNDUȘA PANTELIMON, LAURENȚIU ILIE*

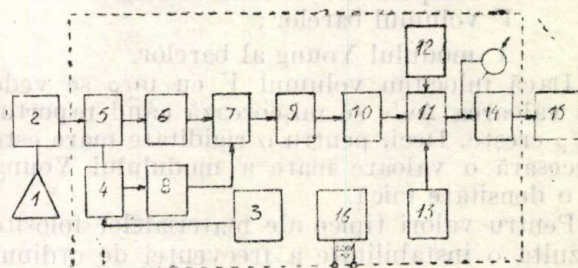


Fig. 1 Schema funcțională a sistemului

alternativ (5), punte ce are în compunere cele două bobine diferențiale ale traductorului utilizat (2).

Semnalul de dezechilibru de la ieșirea punții este preluat de amplificatorul de curent alternativ (6), urmând apoi o detecție sincronă cu tensiunea dată de oscilatorul sinusoidal (3) și o mediere cu ajutorul filtrului „trece jos” (9).

De la ieșirea amplificatorului de curent continuu (10), semnalul este aplicat unui circuit de memorare (11), ce este controlat de blocul de comandă (12). Semnalul continuu de la ieșirea circuitului de memorare este aplicat instrumentului indicator, cât și etajelor comparatoare ale blocului de semnalizare (13); există posibilitatea de reglare a pragurilor de basculare, ceea ce permite atât vizualizarea abaterilor dimensionale, cât și a regimului de lucru în procesul de producție, prin comandarea mașinii unelte.

Semnalul analogic aplicat circuitului de memorare este în același timp aplicat interfeței digitale (14), la ieșirea acesteia obținându-se informația digitală a abaterii dimensionale ce e în continuare prelucrată cu ajutorul calculatorului (15).

*) Universitatea Politehnică București, Splaiul Independenței nr. 313

Interfața digitală, având schema bloc prezentată în fig. 2 permite interconectarea circuitelor electronice la un calculator, prin intermediul unor porturi paralele de intrare/ieșire (PID).

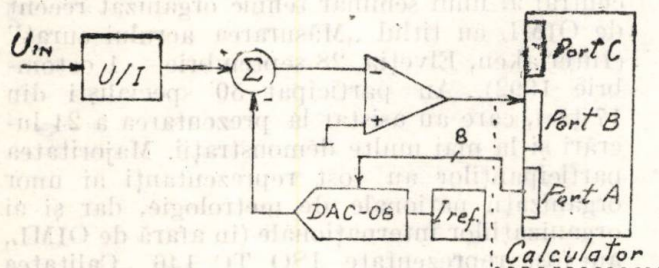


Fig. 2 Schema bloc a interfeței digitale

Montajul reprezintă un convertor analog-digital cu aproximații succesive.

În funcție de valoarea bitului din ieșirea comparatorului, microprocesorul comandă convertorul analog-digital, deci și curentul injectat de acesta în sumator.

Blocul sumator realizează de fapt diferența între valoarea I a curentului (valoare proporțională cu mărimea analogică aflată la intrarea convertorului tensiune — curent) și valoarea curentului la ieșirea convertorului digital-analog.

Dacă mărimea de intrare analogică are o plajă de variație a valorilor $[-U_{max}, U_{max}]$, la ieșirea convertorului tensiune — curent vom avea domeniul valorilor curentului $[-I_{max}, I_{max}]$. Deoarece convertorul digital-analog nu permite obținerea, la ieșirea acestuia, a unor valori negative ale curentului, se impune în acest caz aplicarea unui curent suplimentar blocului sumator, impunându-se astfel funcționarea convertorului digital-analogic cu un curent de ieșire cuprins în intervalul de valori $[0, 2 I_{max}]$.

În aceste condiții, se determină valoarea curentului de referință ce este injectat în convertorul digital — analog :

$$2I_{max} = 2^k \frac{I_{ref}}{2^8} = I_{ref} \frac{255}{256} \quad (1)$$

$$I_{ref} = \frac{512}{255} I_{max} \quad (2)$$

Dacă convertorul tensiune — curent are o gamă a valorilor de ieșire cuprinsă în intervalul $[-10, 10]$ mA, rezultă că sursa de referință de curent trebuie să debiteze un curent de 20,07 mA.

Conform datelor de catalog, se va utiliza în bune condiții un convertor digital-analog DAC — 08, produs de I.P.R.S. — Băneasa. Montajul nu necesită nici un fel de corecție, în acest fel prelucrarea informațiilor utile efectuându-se cu o viteză mai mare.

În fig. 3 se exemplifică principalele forme de undă ale lanțului de prelucrare a semnalului :

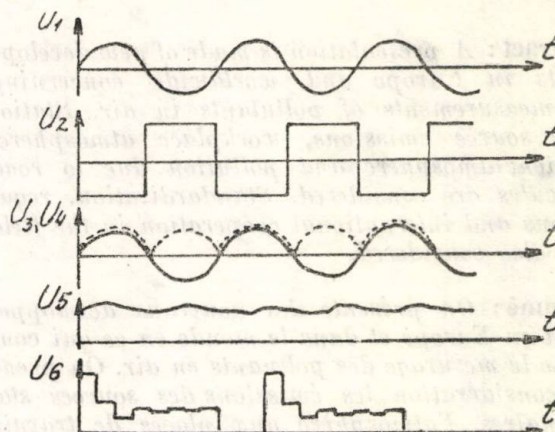


Fig. 3 Formele de undă

Pentru prelucrarea digitală a informației, tensiunea analogică este aplicată unui convertor analog-digital cu aproximații succesive ce permite realizarea unei viteze de conversie mare, cu o eroare destul de redusă.

Aceste avantaje sunt fructificate de către porturile paralele I/O ale circuitului 8255 din compunerea calculatorului, magistrala de date de 8 biți asigurând o rezoluție a semnalului digital de 0,4%.

Codul numeric obținut pe magistrala de date a calculatorului furnizează informația asupra mărimii abaterii dimensionale, cât și a sensului acesteia.

Convertorul analog-digital este realizat prin introducerea unui convertor digital-analog într-un circuit de reacție controlat de către microprocesorul Z80.

Pentru mărirea vitezei de conversie, se vor utiliza programe în limbaj de asamblare, limitările fiind practic impuse de frecvența limită a impulsurilor CLOCK ale microprocesorului pentru care se asigură o funcționare bună.

Sistemul de măsurări dimensionale cu transductor inductiv realizat se pretează la integrarea acestuia în procesele automate de măsurare și control a producției de subansamble.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Iliescu, C., Pantelimon, B., Măsurarea electrică a mărimilor neelectrice; Litografia I.P.B., 1992
- [2] Iliescu, C., Pantelimon, B., Senzori și traductoare; Litografia I.P.B., 1993
- [3] Iliescu, C., Pantelimon, B., Ghinea, M., Ilie, L., Petre V., Stanciu, M., Măsurarea electrică a mărimilor neelectrice, îndrumar de laborator; Litografia I.P.B., 1992
- [4] Hasegan, M. C., Proiectarea circuitelor cu microprocesor Z80
- [5] Ciugudean, M. ș.a., Circuite integrate liniare. Aplicații
- [6] ***** Catalog I.P.R.S. — Băneasa

Metrologia "aerului curat" în Europa ^{*)}

Abstract: *A presentation is made of new developments in Europe and worldwide concerning the measurements of pollutants in air. Stationary source emissions, workplace atmosphere, ambient atmosphere and pollution due to road vehicles are considered. Standardization, regulations and international cooperation in the field are also considered.*

Résumé: *On présente des nouveaux développements en Europe et dans le monde en ce qui concerne le mesurage des polluants en air. On prend en considération les émissions des sources stationnaires, l'atmosphère aux places de travail, l'air ambiant et la pollution produite par les véhicules routiers. On passe aussi en revue quelques aspects de la standardization, des réglementations et de la coopération internationale dans ce domaine.*

Ordonanța recentă privind activitatea de metrologie [1] în România include în rândul mijloacelor de măsurare supuse controlului metrologic al statului și aparatura utilizată pentru controlul poluării mediului. O categorie importantă care face parte din această aparatură este cea destinată măsurării parametrilor aerului, care va forma astfel un obiect de preocupare pentru metrologie legală.

Pe plan mondial, și, în particular, în cadrul Comunității Europene, se acordă o atenție sporită măsurării componentelor aerului ambiant și instrumentației destinate acestui scop. Aparatură pentru supravegherea purității aerului („monitoare”) sunt instalate în numeroase zone populate (în special zone urbane). Se măsoară, de asemenea, concentrația gazelor nocive în apropierea surselor poluante, în special a vehiculelor și a altor sisteme tehnologice care generează gaze poluante. Instrumentația care servește la toate aceste măsurări este supusă unor reglementări legale, elaborate de organisme ca OIML (Organizația Internațională de Metrologie Legală), ISO (Organizația Internațională de Standardizare) și CEN (Comitetul European de Standardizare). Acestea stabilesc reguli privind caracteristicile tehnice și metodele de încercare a aparaturii comercializate în acest domeniu. Întrucât în multe țări nivelurile admisibile ale gazelor poluante sunt stabilite și controlate cu strictețe, sancțiunile în caz de depășire a lor fiind severe, cerințele care se impun aparaturii de măsurat concentrațiile lor sunt categorice și este nevoie de mijloace tehnice adecvate pentru verificările metrologice implicate.

Toate aceste probleme au constituit subiectul central al unui seminar tehnic organizat recent de OIML cu titlul „Măsurarea aerului curat” (Interlaken, Elveția, 28 septembrie — 1 octombrie 1992). Au participat 50 specialiști din 17 țări, care au asistat la prezentarea a 24 lucrări și la mai multe demonstrații. Majoritatea participanților au fost reprezentanți ai unor organizații naționale de metrologie, dar și ai organizațiilor internaționale (în afară de OIML, au fost reprezentate ISO TC 146 „Calitatea aerului” și CEN TC 264).

Data fiind activitatea problematicii pentru numeroase persoane și foruri din țara noastră preocupate de controlul și măsurarea parametrilor aerului, am considerat utilă trecerea în revistă a unor aspecte mai importante ale acestor preocupări, bazată în mare parte pe lucrările seminarului citat mai sus.

Baze legale, standardizare

a) OIML

Dintre recomandările OIML, R 99 intitulată „Aparate de măsurat gazele de eșapament ale vehiculelor” se referă direct la condițiile și performanțele metrologice în acest domeniu. Alte documente sunt în curs de elaborare.

b) CEN

O activitate susținută se desfășoară în cadrul Comitetului Tehnic TC 264 al CEN „Calitatea aerului”, înființat în 1990. Obiectul de activitate al comitetului a fost definit ca: „Standardizarea metodelor de caracterizare a calității emisiunilor gazoase, aerului ambiant, aerului din încăperi, gazelor de sol și în depozite și, în particular, măsurarea poluanților aerului (de exemplu, particule, gaze, mirosuri, microorganisme), determinarea eficienței sistemelor de epurare a gazelor”.

TC 264 nu se ocupă de prescrierea valorilor admisibile ale poluanților, de locurile de muncă și „încăperile curate”, de substanțele radioactive.

Eșantionarea și analiza tuturor tipurilor de poluanți, precum și metodele de referință pentru etalonarea sistemelor automate de măsurare a poluanților se vor efectua pe baza standardelor CEN. În cazurile în care acestea nu au fost elaborate, vor fi aplicate standarde naționale.

S-a stabilit, de asemenea, că determinarea concentrațiilor de poluanți trebuie făcută cu o incertitudine (la un nivel de încredere de $P = 0,95$) exprimată în procente din valorile

* Prezentare realizată de Colectivul de redacție al revistei METROLOGIE cu concursul dnei. chim. Steluța Duță (INM).

maxime admise ale concentrației, care să nu depășească :

Monoxid de carbon :	10%
Dioxid de sulf :	10%
Praf, total :	20%
Carbon organic, total :	30%
Clorură de hidrogen :	30%

Concentrația reglementată de poluanți trebuie definită împreună cu metoda standardizată de măsurare, iar metoda de măsurare respectivă trebuie validată astfel încât să se evalueze „zona cenușie” care este vitală pentru verificarea respectării valorii limită admise.

Pentru viitor, se preconizează extinderea activității CEN/TC 264. Au fost propuse următoarele subiecte principale pentru preocupările comitetului :

Emisii

Dioxine
Clorură de hidrogen
Miosuri
Fluorură de hidrogen
Amoniac
Metale
Formaldehydă
Plumb
Etalonarea sistemelor automate

Aerul ambiant

Cerințe minimale
Planificarea măsurărilor
Metale
Formaldehydă
Dioxine
BTx
C/F — hidrocarburi

Aer interior/Alte subiecte

Planificarea măsurărilor
Dioxine
Formaldehydă
Testarea materialelor pentru filtre
Gaze de sol

În prezent se discută prioritățile abordării tuturor acestor subiecte și repartizarea între comitetele tehnice corespunzătoare ale CEN și ISO.

c) ISO

În Comitetul tehnic 146 al ISO sunt înregistrate 21 țări ca membri participanți și 30 țări ca observatori. CT 146 menține legături cu 14 organizații interesate în calitatea aerului, printre care CEC, ILO, IUPAC, OIML, UNECE, UNEP, WHO, WMO. El include patru subcomitete :

- Subcomitetul 1 : Surse de emisie staționare
- Subcomitetul 2 : Atmosfera la locurile de lucru
- Subcomitetul 3 : Atmosfera ambiantă
- Subcomitetul 4 : Aspecte generale

Activitățile cele mai importante, în prezent, se referă la : praf (concentrații joase), dioxid de sulf, oxizi de azot, oxid de carbon, bioxid de carbon, oxigen, hidrocarburi policiclice și aromatice (SC 1); componente specifice în praf (arsen, cadmiu etc.), gaze anorganice, compuși organici (SC 2); gaze anorganice ca dioxid de sulf, oxizi de azot, ozon, sulfură de hidrogen, amoniac, fluorină, compuși organici ca hidrocarburi nemetanice și hidrocarburi policiclice aromatice (SC 3); terminologie, caracteristici de performanță, strategii de eșantionare, prelucrarea datelor privind presiunea și umiditatea (SC 4).

Unul din obiectivele importante ale CT 146 este reducerea duratei medii a elaborării complete a standardului de la 7 ani (valoarea medie pe ISO) la cca. 4 ani (standardele europene vor trebui elaborate în termene chiar mai scurte, între 2,5 și 3 ani).

Metodologie

a) Materiale de referință

Pentru etalonarea/verificarea aparatelor de măsurat concentrația poluanților în atmosferă, în toate țările industrializate se folosesc amestecuri etalon de gaze. Acestea au rolul de materiale de referință și sunt supuse reglementărilor și procedurilor metrologice specifice acestei categorii de etaloane.

Autori din Elveția, Marea Britanie, Germania, Olanda, Finlanda și Suedia au prezentat aspecte ale producerii și certificării amestecurilor etalon de gaze în țările lor. De regulă, în fiecare țară există un organism specializat care efectuează certificarea, în unele locuri acesta fiind chiar instituția națională de metrologie.

Se pare că întreaga acțiune de certificare, diseminare și utilizare a amestecurilor etalon de gaze destinate supravegherii metrologice a aparatelor de măsurat poluarea aerului este cel mai bine pusă la punct în Marea Britanie și în Germania. De exemplu, în Marea Britanie instituția națională de metrologie, NPL (National Physical Laboratory), a realizat o unitate care prepară etaloane primare de amestecuri de gaze. Acestea sunt utilizate pentru certificarea etaloanelor secundare corespunzătoare, care sunt destinate etalonărilor de aparatură în toate laboratoarele industriale și guvernamentale. Sistemul prezentat asigură trasabilitatea tuturor gazelor de referință, garantându-se astfel corectitudinea măsurărilor executate cu aparatele verificate în cadrul acestuia.

Și în Elveția certificarea gazelor de referință este asigurată de forul metrologic tutelar, Oficiul Federal de Metrologie al Elveției. Prepararea amestecurilor de referință este însă făcută în diferite întreprinderi. Difuzarea gazelor certificate se face prin Serviciul Elvețian de Acreditare.

b) Comparații, certificare

Certificarea materialelor de referință se face prin comparații cu etaloane primare sau prin metoda comparațiilor circulare (comparații interlaboratoare).

Este important de relevat una din particularitățile comparațiilor în domeniul concentrațiilor de gaze. În general, la derularea comparațiilor materialelor de referință, se trimit laboratoarelor participante **mostre practice identice** provenite din același material inițial. Comparația se desfășoară în conformitate cu bine cunoscutul standard ISO 5725. În cazul de față, nu este posibil de preparat eșantioane identice de aer, care să fie analizate de laboratoarele participante la comparație. Trebuie aplicate proceduri mai complicate, de obicei fiecare laborator fiind nevoit să-și prepare eșantioanele necesare. Deseori se procedează prin măsurarea evasi-simultană, la fața locului (în teren), a eșantioanelor colectate cu ajutorul aparatelor furnizate de fiecare laborator. Variabilitatea concentrațiilor și condițiile de prelevare produc dificultăți suplimentare în evaluarea statistică a rezultatelor.

Etalonările și verificările de aparatură, folosind amestecuri certificate, ridică numeroase probleme din cauze ca: reactivitatea gazelor poluante și concentrațiile mici măsurate; riscul utilizării unor materiale necorespunzătoare; lipsa procedurilor scrise sau neuniformitatea acestora.

c) Sisteme naționale de etalonări

Trasabilitatea măsurărilor în domeniul concentrației de impurități în aer poate fi asigurată printr-un sistem național de laboratoare acreditate. În acest fel se procedează în mai multe țări din Europa, printre care Marea Britanie, Germania, Elveția, Olanda.

De exemplu, în Marea Britanie laboratoarele comerciale care fac etalonări /verificări în acest domeniu sunt acreditate în cadrul NAMAS (National Measurements Accreditation Scheme). Laboratoarele sunt acreditate pe baza unei expertize (audit) care stabilește capacitatea laboratorului, cu privire la: clădire, condiții de mediu, etaloane, aparatură, proceduri scrise, personal calificat. O condiție esențială a acreditării este utilizarea amestecurilor certificate de gaze în toate etalonările/verificările executate.

În Germania funcționează o rețea foarte bine organizată de laboratoarele pentru supravegherea metrologică a aparatelor de măsurat compoziția gazelor de eșapament. Se măsoară componentele CO, CO₂, HC și O₂ la motoarele cu benzină, iar la motoarele diesel sunt utilizate fummetre (opacimetre și aparate cu filtre).

Colaborări internaționale

În domeniul aparaturii destinate controlului „aerului curat” colaborarea internațională este de o importanță deosebită, datorită următoarelor împrejurări:

- metodele de măsurare încă nu sunt standardizate pe plan internațional, iar metodele în uz nu dau totdeauna rezultate concordante;

- apar în permanență metode și aparaturi noi, a căror evaluare ar dura prea mult fără o participare a mai multor țări;

- pentru certificarea gazelor de referință este deseori necesară colaborarea unor laboratoare din țări diferite.

În prezent sunt în curs mai multe proiecte de cooperare în domeniul măsurării poluanților aerului, finanțate de BCR (Bureau Communautaire de Référence).

În afară de acestea, au fost organizate mai multe comparații internaționale, precum și alte colaborări bilaterale între țări europene.

Noutăți în tehnicile de măsurare și în aparatură

a) Noi procedee și tehnici în controlul gazelor poluante emise de vehicule

Identificarea, supravegherea și controlul poluării aerului, datorată emisiilor gazoase și fumului produs de diferite tipuri de vehicule, se bazează pe procedee complexe de testare, care se aplică atât la omologare și în exploatare, precum și în trafic.

Procedeele aplicate în Statele Unite [2] pentru motoarele cu benzină, constau în măsurarea concentrației gazelor de eșapament într-o instalație fixă, alcătuită dintr-o platformă dinamometrică, sistem de prelevare și analiză a probelor, precum și dispozitiv de calcul corespunzător.

Instalația servește la determinarea simultană a concentrației hidrocarburilor H—C și a gazelor de ardere CO, CO₂, NO_x prezente în emisiile poluante, atât de vehiculele noi supuse probelor de omologare, cât și de cele care prezintă un anumit grad de uzură.

Procedura recent cunoscută sub denumirea testului „high-fec” [2] completează testul IM 240 utilizat la nivelul anilor 1980, care constă în verificarea emisiei gazoase la o singură viteză de funcționare a motorului, pe o durată de 240s, cu verificarea debitului de evaporare a benzinei

existente în rezervorul vehiculului, precum și cu testul de etanșeitate a circuitului vaporilor de combustibil.

Condițiile în care se efectuează testul simulează situația reală din trafic, și anume, ambreieri, debreieri, fenomene de acvaplanare, frecări datorate curenților de aer etc., ceea ce permite evaluarea concentrației gazelor emise, cât mai conformă cu realitatea.

Concentrația gazelor poluante emise de vehicule, exprimată în mg/milă, se determină prin metodele de detectare prin ionizare în flacără (FID) pentru hidrocarburi, prin cele nondispersive în infraroșu (NDIR) pentru CO și CO₂ și prin chimioluminescență pentru NO_x.

Prin intermediul acestui echipament este posibilă monitorizarea continuă a concentrației emise pentru diferite faze de funcționare a motorului; de asemenea, metoda este exactă și „nonintrusivă”, iar prin diluarea probei prelevate cu aer proaspăt, se asigură integritatea probei și protecția analizorului împotriva concentrațiilor ridicate de vapori de apă emiși de vehicul.

Pentru îndeplinirea acestor deziderate sunt necesare, însă, eforturi financiare pentru realizarea echipamentului și dotarea acestuia cu analizoare sensibile și fiabile.

Procedeele de control în trafic constau în măsurarea nivelului de concentrație a gazului de eșapament emis pe șosea, de unul sau mai multe vehicule aflate în mers. Ele se realizează cu echipamente alcătuite din sisteme de detecție a concentrației de noxe, sisteme radar, camere video și sisteme de calcul adecvate.

Sistemele de detecție se bazează pe măsurarea absorbției, la o lungime de undă specificată a unui fascicul de radiație infraroșie emisă de o sursă corespunzătoare, care este instalată pe o parte a șoselei, de către un detector plasat vis-à-vis de sursă. Radiația absorbită este proporțională cu concentrația gazelor conținute în emisia vehiculelor.

Sistemele noi de detecție permit analiza simultană a CO și a hidrocarburilor, fiind în curs de perfecționare și măsurarea NO_x prin metoda non-dispersivă în ultraviolet [2].

Procedura de control în trafic permite identificarea unuia sau mai multor vehicule poluante, dintr-o serie care trece simultan printr-un fascicul de radiație infraroșie emise de sursa care este instalată pe șosea.

Sistemul de calcul aferent realizează corelația dintre nivelul concentrației gazelor poluante eșapate cu viteza vehiculului, determinată de sistemul radar.

În principal, tehnicile moderne de detecție a gazelor poluante din emisia vehiculelor se bazează pe una din următoarele metode:

- NDIR (Infra Roșu Non-Dispersiv) [3]
- FTIR (Infra Roșu cu Transformată Fourier) [4]

— DOAS (Spectroscopie de Absorbție Diferențială) [5]

— MAS (Spectrofotometrie de Absorbție Moleculară) [6]

— Senzoriale [7]

Analizările bazate pe NDIR, utilizate în prezent în Germania, au la bază fie filtre de corelare interferențiale, fie gaze de corelare, și se caracterizează printr-o bună selectivitate și stabilitate; ele nu necesită calibrarea „în flux”.

Sistemele FTIR utilizate în Japonia și Germania, constau dintr-o unitate optică echipată cu un interferometru, un compartiment de probe și o unitate de calcul. Avantajele acestui instrument sunt legate de timpul de analiză scurt, rezoluția bună a lungimii de undă și posibilitatea măsurării continue. De asemenea, ele se pretează și la măsurarea concentrației poluanților emiși de vehicule alimentate cu benzină, metanol sau motorină.

Tehnica DOAS, aplicată în Suedia, folosită doar pentru analiza gazului emis și a aerului ambiant, este diferită de tehnica spectrometrică de absorbție convențională, prin aceea că se înregistrează o regiune a spectrului, care are o frecvență de apariție mare în timpul unui ciclu de măsurare, și apoi se compară cu spectrul de referință al substanței supuse măsurării. Concentrația noxelor determinate prin această tehnică de măsurare, respectiv NO_x și SO₂, se măsoară după calibrarea prelabilă a aparatului.

Senzorii gazoși [7] se utilizează ca și DOAS în măsurările „în-situ”, fiind specializați în detectarea CO, H₂S etc., și se caracterizează prin simplitate, economicitate, timp de răspuns scurt și rezistență la agresivitatea mediului.

Metodele spectrofotometrice cu absorbție moleculară în intervalul spectral ultraviolet-vizibil-infraroșu sunt continuu perfecționate, avându-se în vedere noile tehnologii și materiale utilizate la construcția aparatelor de acest tip, precum și selectivitatea reactivilor de complexe utilizati.

Unele dintre metodele menționate mai sus sunt aplicabile și pentru măsurarea fumului de la motoarele diesel. În plus, se măsoară concentrația masică a particulelor în suspensie, fie printr-o metodă gravimetrică directă, fie printr-o metodă optică indirectă [3]. Noile metode optice constau în măsurarea înnegrii unor hirtii de filtru speciale, sau a atenuării luminii (opacimetre), în flux sau semistaționare. Această metodă semistaționară este aplicată în Germania la supravegherea emisiei particulelor, în timp ce opacimetrele în flux se folosesc în cazuri speciale.

Problemele specifice acestor tehnici sunt legate de mărimea și distribuția particulelor, precum și de condițiile de operare ale vehiculului.

Din punct de vedere al verificării metrologice a acestor instrumente, se evidențiază problemele referitoare la lipsa fumurilor de referință ne-

cesare calibrării, ceea ce se simulează cu filtre optice, și imposibilitatea verificării întregului echipament.

b) Aparate pentru măsurarea emisiei de NO_x

Măsurarea emisiilor de oxizi de azot, deosebit de utilă pentru evaluarea poluării atmosferice de la uzinele energetice, chimice, metalurgice, de celuloză și hârtie etc., se face global concentrația fiind exprimată în $\text{mg NO}_x/\text{m}^3$.

Într-o serie de țări [5] astfel de măsurări sunt foarte importante în cadrul programului de evaluare a calității aerului, determinările fiind efectuate în flux sau static, prin unul din următoarele procedee: chimioluminiscentă, metodă chimică umedă sau spectrometrie.

Metodele continue utilizate în Finlanda, Suedia, Olanda, au la bază tehnica DOAS prezentată mai sus, precum și pe cea bazată pe chimioluminiscentă.

În Olanda sunt dezvoltate proiecte în care se folosesc mijloace de măsurare cu celule electrochimice sau cu analizoare de absorbție în infraroșu sau ultraviolet, dat fiind prețul de cost scăzut al posibilităților de aplicare.

O metodă fotometrică bazată pe reactivi NABEL este utilizată în mod curent și în laboratoarele de monitoring a aerului din Elveția, datorită exactității și lipsei interferențelor.

c) Măsurarea conținutului de praf

Conținutul de praf din aer este cauzat, în special, de fenomenele de eroziune, mișcarea vehiculelor, diverse manipulări etc., emisia lui fiind neregulată și, de cele mai multe ori, imprevizibilă și influențată de condițiile meteorologice. Ca urmare, măsurarea conținutului de praf necesită perioade lungi de timp și apa-

rate cu rezoluție bună. Suplimentar, este necesar studiul dimensiunii și distribuției particulelor de praf, datorită corelației existente între emisia de praf și calitatea prafului.

În Olanda este utilizat un echipament înregistrator pentru determinarea concentrației de praf, care cuprinde un colector de probă prin împcat inertial, deplasat la intervale regulate de timp, într-o perioadă dată, și un analizor automat. Imaginea imprimată pe colector este interpretată automat, rezultatul fiind o descriere, în detaliu, a variației concentrației de praf, precum și a distribuției dimensiunilor particulelor pe durata de timp stabilită. Acest sistem de măsurat este utilizat și în programele de monitorizare pe termen lung.

În afara acestora, opacimetrele optice care au fost prezentate la măsurarea poluanților emiși de motoare diesel sunt utilizate și pentru determinarea concentrației de praf de la coșurile fabricilor de ciment, furnalelor metalurgice etc.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Ordonanță privind activitatea de metrologie. Nr. 20, 21 August 1992. Monitorul Oficial al României, partea I, Anul IV nr. 212, 29 August 1992.
- [2] Clemmens W. B., Chappell S., New Methods for Identifying Gross Polluting Vehicles in the United States of America, Bull. OIML., 129, 29-92, 1992;
- [3] Wendt K., Gas Analyzer with Excellent Long-Term Stability for the Measurement of Exhaust Gases from OTTO Engines and Opacity Measuring Equipment for DIESEL Engines, Bull. OIML., 130, 3-14, 1992;
- [4] Adachi M., Multicomponent Continuous Measurement of Automotive Emission Using FTIR Spectrophotometer, Bull. OIML 129 43-52, 1992
- [5] Nyquist G., Continuous Monitoring Systems for SO_2 and NO_x Emission Control, Bull. OIML 130, 23-28, 1993;
- [6] Richter W., Measurement of Gaseous and Particulate Pollutants in Vehicle Exhaust Emission Surveillance in Germany, Bull. OIML 128, 27-35, 1992;
- [7] *** Clean Air Measurement, Bull. OIML 129, 11-20, 1992.

Din nou despre „metrologia industrială”

În paginile revistei (de exemplu, în [1]) s-a mai arătat că în ultimul timp se conturează tot mai clar divizarea metrologiei în următoarele trei categorii de activități:

- metrologie științifică;
- metrologie industrială;
- metrologie legală.

Metrologia industrială are ca obiect de preocupare mijloacele de măsurare „nereglementate”, adică cele care nu sunt supuse controlului metrologie obligatoriu al statului (spre deosebire de mijloacele de măsurare „reglementate”, de care se ocupă metrologia legală).

În Europa metrologia industrială a luat o dezvoltare accentuată în special în legătură cu faptul că sistemele de asigurare a calității, prescrise prin seria de norme europene EN 45000, prevăd expres ca „toate mijloacele de măsurare utilizate în încercările produselor pentru determinarea calității acestora să fie etalonate, cu asigurarea trasabilității la etaloanele naționale sau la alte etaloane recunoscute”. Ca urmare, au trebuit rezolvate cel puțin următoarele probleme fundamentale:

— unde și în ce condiții să fie făcute etalonările?

— cum să fie garantată trasabilitatea acestora?

Cele ce urmează constituie un scurt comentariu la câteva aspecte de interes ale problemelor enunțate.

1. Etalonare

Înainte de toate, este necesar să fie lămurit conținutul precis al termenului „etalonare”. Definiția acestuia, conform Vocabularului Internațional de Metrologie [2], este următoarea:

Etalonare: set de operații prin care se stabilește, în condiții specificate, relația dintre valorile indicate de un aparat de măsurat sau un sistem de măsurare, sau valorile reprezentate de o măsură materializată sau un material de referință, și valorile corespunzătoare determinate cu un etalon.

În legătură cu etalonarea se impun câteva observații.

a) Etalonarea se poate aplica oricărui tip de mijloc de măsurare, indiferent de destinația sa (etalon, aparat de lucru, măsură, material de referință), de clasa sa de exactitate, de locul de utilizare sau de alte considerente.

Trebuie deci evitată părerea că etalonarea s-ar aplica numai etaloanelor. Termenul „etalonare” provine, de fapt, de la implicarea etalonului față de care se execută, și nu de la

obiectul asupra căruia se execută. Astfel, poate fi etalonat un micrometru, o ruletă, o balanță de lucru, un manometru (de orice clasă de exactitate), un ampermetru de tablou, un multimetru digital, un termometru (de orice tip), un pH-metru etc.

b) Termenii străini corespunzători etalonării sunt:

- în engleză : calibration
- în franceză : étalonnage
- în germană : Kalibrierung
- în rusă : kalibrovka

Neconcordanța etimologică a acestor termeni a fost o altă sursă de confuzii în cursul timpului. Deseori în traduceri se poate găsi „calibrare” în loc de „etalonare”, ceea ce este complet greșit, având în vedere că în terminologia românească prin „calibrare” se înțelege altceva [3].

c) Rezultatele etalonării trebuie consemnate într-un certificat (sau raport) de etalonare, sub formă de tabel (care poate cuprinde perechi de valori indicate și convențional adevărate, corecții, factori de corecție) sau de grafice (curbe).

Certificatul de etalonare mai cuprinde: date de identificare a mijlocului de măsurare etalonat (tip, fabricație, serie, caracteristici), beneficiarul etalonării, condiții de etalonare, incertitudinea de etalonare etc.

2. Verificare

Noțiunea de verificare (metrologică) pare să fie exclusiv de domeniul metrologiei legale. Într-adevăr, nu am găsit-o în documentele referitoare la asigurarea calității (ISO, CEN) și, în general, am ajuns la bănuiala că este ocolită (cu intenție?) în prescripțiile privind acest domeniu.

Întrucît nu dorim să intrăm în sfera metrologiei legale, nu vom da aici definiția curentă a verificării, care poate fi găsită de exemplu în Vocabularul de Metrologie Legală a OIML [4]. În schimb, o redăm pe cea pe care am găsit-o într-un standard francez intitulat „Funcțiunea metrologică în întreprindere” [5], sub o formă care nu implică în nici un fel elemente de metrologie legală:

Verificare: operație care permite să se constate că abaterile dintre indicațiile unui aparat de măsurat sau un sistem de măsurare, sau valorile reprezentate de o măsură materializată, și valorile cunoscute corespunzătoare ale mărimii măsurate, sunt inferioare erorilor maxime tolerate (limite tolerate ale erorilor).

Standardul citat adaugă următorul comentariu: „În practică, rezultatul verificării permite să se afirme că mijlocul de măsurare satisface sau nu prevederile care autorizează punerea sau repunerea sa în serviciu”.

În același standard francez se afirmă că verificarea poate fi făcută în unul din următoarele două moduri:

a) prin compararea rezultatelor etalonării cu valorile erorilor tolerate, sau

b) direct, cu ajutorul unui etalon adecvat care să permită constatarea nemijlocită a depășirii erorilor tolerate; în acest caz, nu mai este necesară obținerea unor rezultate numerice.

Rezultatul verificării se concretizează:

— fie printr-o constatare a verificării, indicând utilizatorului că aparatul poate fi repus în serviciu,

— fie printr-o decizie de ajustare, reparare, reformare, sau declasare a aparatului.

3. Comparație între operațiile de etalonare și de verificare

Așa cum am mai amintit, este surprinzător faptul că în normele europene privitoare la asigurarea metrologică se vorbește numai despre etalonare și nu se fac referiri la verificare (repetăm, ne ocupăm aici numai de metrologia industrială, și nu de metrologia legală). În fond, pentru sistemele de asigurare a calității sunt necesare aparate de măsurat *corecte*, care să măsoare cu erori acceptabile. Este suficient, în acest sens, ca acestea să fie etalonate? Ce se întâmplă cu aparatele la care, după etalonare, rezultă erori care pot fi considerate excesive? Cine apreciază acest lucru și ia decizia cuvenită?

La toate aceste întrebări normele europene nu dau răspuns. Ele lasă la latitudinea întreprinderilor instituirea sistemelor lor interne de asigurare metrologică, incluzând în acestea și prescripțiile privitoare la calificarea mijloacelor de măsurare etalonate.

Norma franceză citată [5] confirmă cele de mai sus. La pct. 4.4.2 „Verificare și prescripții” ea prevede următoarele: „Prescripțiile privitoare la aparatul de măsurat, în cadrul acestei norme, definesc condițiile în care el este apt a fi utilizat. Aceste prescripții se prezintă, în general, sub forma unei liste de caracteristici împreună cu erori maxime tolerate (sau limite de erori tolerate). Aceste prescripții sunt stabilite de întreprindere în funcție de nevoile sale; ele pot fi extrase dintr-o normă sau rezultate din specificațiile constructorului aparatului.” ...

... „Pentru a putea lua decizia de acceptare sau de refuz al aparatului, este necesar să se fixeze un criteriu de decizie”. În continuare, sunt exa-

minate cazurile în care incertitudinile de etalonare sunt neglijabile în comparație cu erorile tolerate, respectiv cel în care trebuie să se țină seama de ele.

În legătură cu raportul dintre etalonare și verificare, se mai ridică unele probleme care merită a fi comentate.

a) Unii consideră că un aparat nu poate fi etalonat decât dacă în prealabil a fost verificat. Cu alte cuvinte, ar trebui mai întâi constatat că aparatul se încadrează în limitele erorilor tolerate, și abia apoi supus etalonării. În principiu, acest punct de vedere nu este corect. Orice aparat poate fi etalonat, cu singura condiție ca el să nu prezinte defecțiuni evidente. Certificatul de etalonare poate fi întocmit indiferent de valoarea erorilor determinate. Beneficiarul etalonării este cel care își fixează limitele erorilor tolerate, în funcție de nevoile sale (destinația aparatului, aplicațiile în care este folosit etc.).

b) Rezultă că, în general, operațiile de etalonare și de verificare pot fi privite ca independente între ele. Un aparat poate fi etalonat fără să fi fost verificat în prealabil și invers. Etalonarea poate fi executată fără a se ține seama de vreo prescripție privind erorile tolerate.

c) Rezultatele etalonării, consemnate obligatoriu într-un certificat de etalonare, trebuie păstrate, pentru o evidență care poate servi în viitor urmăririi evoluției performanțelor aparatului. În cazul verificării, nu este necesară o asemenea evidență, este suficient un simplu buletin de verificare (cu mențiunea „admis” sau „respins”) sau numai aplicarea mărcii de verificare (de regulă o etichetă cu data verificării).

d) Cu excepția aparatelor foarte simple (de exemplu un șubler), etalonarea este preferată verificării în practica metrologică europeană. În afară de motivele rezultate de la alin. c) de mai sus, un certificat de etalonare este, din punct de vedere psihologic, mai convingător decât răspunsul „da-nu” rezultat de pe urma verificării. Cazul este asemănător celui al pacientului care, în urma oricărei analize medicale, primește și rezultatele cantitative ale acesteia, nu numai un simplu verdict „normal-anormal”.

e) Cititorii vor putea obiecta, față de această argumentație, că de multe ori etalonarea nu este justificată datorită costului ridicat. Trebuie însă știut că azi sunt în uz numeroase sisteme de etalonare automatizate, care produc — fără intervenția operatorului — certificatul de etalonare complet. Ele pot, în același timp, executa și o „verificare”, prin compararea rezultatelor (tot automat) cu limite prestabilite de erori. În acest fel, nu există practic diferențe de cost între etalonare și verificare.

4. Trasabilitatea

Criteriul esențial pe care îl invocă toate reglementările privitoare la metrologia industrială este trasabilitatea. Definiția ei [2] este următoarea :

Trasabilitate : proprietatea rezultatului unei măsurări sau a valorii unui etalon de a putea fi raportată, cu o incertitudine specificată, la referințe declarate, de regulă etaloane naționale sau internaționale, printr-un lanț neîntrerupt de comparații.

Orice etalonare, pentru a putea fi recunoscută, trebuie executată în condiții care să asigure trasabilitatea. Aceste condiții includ spațiile de etalonare, etaloanele, aparatura auxiliară, personalul etc. De importanță deosebită este modul în care etalonul de referință (etalonul față de care se face etalonarea) este la rândul său etalonat, astfel încât să fie garantată trasabilitatea la etaloanele naționale.

La cererea beneficiarului etalonării, este necesar ca trasabilitatea să poată fi demonstrată.

5. Acreditarea laboratoarelor de etalonare

Normele europene EN 45000 prevăd acreditarea laboratoarelor de încercări inclusiv a celor de etalonare (în Europa este uzual termenul „laborator de etalonare” — echivalent cu „calibration laboratory” în engleză — termenul „laborator de metrologie” fiind mai rar folosit). Acreditarea se face pe baza unui „audit” (expertiză tehnică) de către un organism de acreditare recunoscut. Un laborator acreditat poate emite certificate de etalonare cu girul (sau „în numele”) organismului de acreditare, ceea ce conferă credibilitate beneficiarului și promovează uniformitate și coerență pe plan național în ce privește asigurarea metrologică.

În țările Europei occidentale organismul de acreditare este o instituție neguvernamentală recunoscută atât de instituțiile naționale de metrologie, cât și de comunitatea celor interesați. De exemplu, în Marea Britanie el se numește NAMAS, (National Measurement Accreditation System), în Germania este DKD (Deutsche Kalibrierdienst), în Franța BNM (Bureau National de Métrologie), în Italia SIT (Sistema Italiana di Taratura) etc. Numărul laboratoarelor acreditate în unele din aceste țări este de peste 100.

Organismele de acreditare colaborează în cadrul unei organizații europene denumite WECC (Western European Calibration Cooperation).

Acreditarea unui laborator de etalonare se face numai pentru anumite mărimi măsurate, intervale de măsurare și incertitudini de etalonare, în funcție de posibilitățile acestuia. Actul (certificatul) de acreditare este însoțit de o listă cuprinzătoare a mărimilor, intervalelor și incertitudinilor, care trebuie respectată cu trietețe de laborator la orice etalonare efectuată.

6. Regimul de etaloanelor

În orice laborator acreditat există :

- etaloane de referință,
- etaloane uzuale (de lucru),
- alte mijloace de măsurare și
- aparatură auxiliară.

Etaloanele de referință constituie „vârful” schemelor de transmitere a unităților în interiorul laboratorului. Ele trebuie etalonate periodic, prin comparație cu etaloane de ordin superior, astfel ca trasabilitatea la etaloanele naționale să fie asigurată.

Etaloanele de lucru sunt deseori aparate de măsurat cu caracteristici metrologice adecvate, care sunt utilizate numai pentru transmiterea unității. În funcție de complexitatea și particularitățile etaloanelor de lucru, acestea pot fi, după caz, doar verificate și nu neapărat etalonate.

7. Observații cu privire la documente

În încheiere, menționăm că în practica europeană certificatul de etalonare este un document cu conținut tehnic în care se pune accentul pe informații referitoare la condițiile și rezultatele etalonării (mărimi de influență, metoda de etalonare, operațiile efectuate, incertitudinea de etalonare, eventual modalitățile de prelucrare a rezultatelor etc.). După caz, certificatul de etalonare poate avea și o formă simplificată, restrâns până la simpla prezentare a tabelului cu rezultate.

Certificatul de etalonare nu conține caracterizarea mijlocului de măsurat ca „etalon de ordinul . . .” (și în general, nu face referire la eventuala calitate de etalon a acestuia. Declarația unui mijloc de măsurare ca etalon este un act care se îndeplinește în cu totul alt context, de obicei în urma solicitării laboratorului și a confirmării prin acreditare.

Certificatul de etalonare nu prevede termenul de valabilitate al acestuia (data expirării), ci numai data eliberării. Periodicitatea etalonărilor se stabilește de către laboratorul deținător al mijlocului de măsurare, confirmată și cu ocazia auditului premergător acreditării.

Cele de mai sus sunt valabile și pentru buletinele de verificare.

REFERINȚE

- [1] WE. Fay, M. Kochsiek, Serviciul german de etalonări (DKD) — o cale spre încrederea în rezultatele măsurărilor. *Metrologie*, vol. 38 nr. 2, 1991, p. 34—39
- [2] International vocabulary of basic and general terms in metrology. Draft, 2nd ed., March 1992
- [3] STAS 10093/1-86, *Metrologie. Activități și documente. Terminologie*
- [4] *Vocabulaire de métrologie légale. Termes fondamentaux.* OIML, édition 1978 .
- [5] Norme Française NF X 07—010. La fonction métrologique dans l'entreprise. AFNOR, Paris, 1986

A. Millea

Reuniunea Comitetului COOMET

Comitetul COOMET (Cooperare în domeniul metrologiei a țărilor din centrul și estul Europei) și-a ținut cea de a 3-a reuniune anuală la Berlin, între 17 și 19 martie 1993.

Au participat reprezentanți ai instituțiilor naționale de metrologie din Belarusia, Bulgaria, Germania, Lituania, Polonia, România, Rusia, Slovacia și Ucraina, inclusiv secretariatul COOMET asigurat de Polonia. Au mai luat parte, ca invitați, prof. *D. King*, președintele PTB, dl. *B. Athané*, directorul BIML și dl. *P. Drath*, secretar general al EUROMET.

Ordinea de zi a inclus probleme organizatorice, procedurale, tehnice și de activitate curentă.

A fost examinată situația țărilor nou create în perioada de după a 2-a reuniune. Dintre acestea, Slovacia a devenit oficial membru al COOMET, prin Institutul Slovac de Metrologie (Bratislava), Belarusia și Ucraina sunt deja membre COOMET din anul 1992. Și-au exprimat intenția de a participa la lucrările COOMET Georgia, Gruzia și Slovenia.

Din raportul secretariatului COOMET rezultă că până la data reuniunii au fost primite 111 proiecte propuse. Dintre acestea, 59 proiecte au fost adoptate. Ele sunt repartizate pe următoarele domenii: masă/forță/presiune (7 proiecte), electricitate (6), lungime/unghi (5), timp/frecvență (6), termometrie/calorimetrie (8), radiații ionizante (1), fotometrie/radiometrie (10) debit (1), acustică (1), chimie fizică (3), materiale de referință (6), metrologie generală (4), metrologie legală (1).

România participă la 27 proiecte aprobate. Majoritatea acestora au ca obiect comparații internaționale de etaloane.

Un interes deosebit a suscitat informarea dlui *B. Athané* despre activitățile OIML privind cooperările regionale în domeniul metrologiei (cum sunt cele din Europa de Vest, America de Nord, America de Sud, Asia și Zona Pacificului). Dl. *Athané* s-a referit de asemenea la cooperările posibile între COOMET și OIML și a comunicat că OIML va oferi seturi de documente instituțiilor de metrologie ale țărilor desprinse din fosta URSS.

Au fost prezentate informații referitoare la relațiile COOMET cu alte organizații regionale, în special cele din Europa occidentală: EUROMET, WECC, CEN. S-a comunicat că COOMET a fost acceptat ca observator în WELMEC. Reprezentanții COOMET au participat la reuniunea „persoanelor de contact” ale EURO-

MET în domeniul masei și mărimilor conexe la Torino, în zilele de 10–11 martie 1993.

În perioada octombrie-noiembrie 1992 au fost organizate de către PTB, Germania, sub egida COOMET, în Sofia și în Varșovia, seminarii asupra „metrologiei industriale”, care au constituit excelente mijloace de a face cunoscute practicile și instituțiile consacrate activităților de metrologie în țările Europei occidentale.

În cadrul reuniunii COOMET au fost purtate discuții interesante în legătură cu tendințele de evoluție a organizării și a conținutului activităților de metrologie în Europa și în lume. Încercările de model, conform reglementărilor și practicilor clasice, vor putea fi înlocuite — în domenii bine precizate, unde există toate condițiile create — prin sisteme de asigurare a calității urmărite de inspectorii metrologi pe întregul parcurs al fabricației. Verificarea inițială va putea fi executată de către producător, dacă acesta are un laborator acreditat.

Comunitatea Europeană tinde să-și reducă în viitor la 4–5 numărul instituțiilor naționale de metrologie (vor fi păstrate numai cele „puternice”, cum sunt PTB, NPL etc.). Rezultatele etalonărilor vor fi recunoscute reciproc.

O altă discuție s-a purtat în jurul problemei calificării profesionale a personalului metrolog. Față de propunerile formulate în tematica proiectului slovac privind formarea metrologilor, opinia participanților — exprimată clar de dnii *Athané* și *Kochsiek* (PTB) — a fost că nu e necesară în acest scop o formă specializată de învățământ superior. De altfel, o concluzie similară s-a desprins și la masa rotundă din cadrul Congresului Mondial IMEKO de la Beijing, 1991. Pe de altă parte, dl. *Athané* a fost de părere că uniformizarea pregătirii metrologilor (programe unice, diplome recunoscute etc.) ar putea fi chiar dăunătoare, datorită tentației ca acreditarea laboratoarelor să se facă nu pe baza rezultatelor acestora, ci prin simpla considerare a diplomelor personalului.

În timpul reuniunii au fost vizitate și câteva laboratoare ale fostului ASMW, actualmente aparținând PTB Berlin. Dintre acestea, se distinge laboratorul de Măsură dimensionale, cu o dotare excepțională (interferometrie cu laser, dilatometrie etc.).

A. Millea

ORDIN Nr. 18

În temeiul Hotărârii Guvernului nr. 481/1992 privind organizarea și funcționarea Biroului Român de Metrologie Legală ;

Ținând seama de necesitatea practicării unor tarife actualizate pentru operațiunile de etalonări și verificări metrologice a unor mijloace de măsurare altele decît cele prevăzute în Lista Oficială 1993 comandate de către agenții economici interesați ;

Văzând adresa Ministerului Industriei privind tarifele stabilite de Biroul Român de Metrologie Legală a se practica începând din luna aprilie 1993 pentru etaloanele, mijloacele de măsurare și operațiunile înscrise în lista anexă la prezentul ordin ;

În baza prevederilor Hotărârii Guvernului nr. 412/1992 ;

Directorul General al Biroului Român de Metrologie Legală numit prin Decizia nr. 79/1992 a Primului Ministru al Guvernului României, emite următorul

ORDIN:

Art. 1. — Începînd cu data de 15 aprilie 1993 se aprobă tarifele informative pentru efectuarea de etalonări și verificări metrologice — altele decît cele prevăzute în Lista Oficială — comandate de agenții economici interesați și nominalizate în lista anexă la prezentul ordin din care face parte integrantă.

Art. 2. — Inspectiile Interjudețene de Metrologie și laboratoarele teritoriale de metrologie, precum și Institutul Național de Metrologie din subordinea Biroului Român de Metrologie Legală vor practica aceste tarife prin afișarea lor la sediul unității, tarife care, în cazul neacceptării de către agenții economici, vor fi negociate. Acțiunea de negociere se va finaliza

printr-un document încheiat și semnat de ambele părți prin care se stabilește noul nivel acceptat.

Art. 3. — Prezentele tarife sunt provizorii și se vor practica, experimental, până la de finalizarea prețurilor la principalele produse și servicii pe economie, urmînd a fi revăzute și prezentate pentru o nouă negociere la Ministerul Industriei în luna mai 1993 odată cu tarifele prevăzute la mijloacele de măsurare din Lista Oficială 1993.

Art. 4. — Direcția Economico-Administrativă din cadrul Biroului Român de Metrologie Legală și unitățile subordonate Biroului Român de Metrologie Legală vor aduce la îndeplinire dispozițiile prezentului ordin.

DIRECTOR GENERAL,

ing. Petru Gabriel Iordăchescu

LISTA DE TARIFE

Pentru verificarea și etalonarea metrologică a unor mijloace de măsurare *

Nr. poz. L.T.	Denumirea mijlocului de măsurare	Tarif (lei)		Obs.
		Verificare	Etalonare	
0	1	2	3	4
1.	Mijloace pentru măsurat MĂRIMI DE SPAȚIU ȘI TIMP			
	LUNGIME			
1.1.	Rigle rigide și flexibile cu $L \leq 1\text{m}$:	250		
	— pentru fiecare metru suplimentar	100		
1.2.	Măsurii gradate diferite (măsurii pliante, rigle gradate din lemn, material plastic etc.) pentru uz tehnic și didactic	100		
1.3.	Mire :			
1.3.1.	de nivelment, cu bandă din invar cu $L = 3\text{m}$		6 060	
1.3.2.	orizontale, din invar, tip Bala		5 050	
1.4.	Calibre de reglare, prelungitoare micrometrice, perechi de adausuri, micrometre și comparatoare pentru filete, calibre limitative	260		
1.5.	Lere (de grosime, rază sau de filet)	185		
1.6.	Compasuri de măsurat lungimi	135		
1.7.	Șublere :			
1.7.1.	Șublere de exterior, interior și adâncime			
1.7.1.1.	cu $L \leq 300\text{mm}$	160		
1.7.1.2.	cu $L > 300\text{mm}$	260		
1.7.2.	Șublere de trasaj, de sudură	510		
1.8.	Clupe și zoometre	135		
1.9.	Micrometre :			
1.9.1.	de exterior, interior, cu fălci, adâncime, filete	510		
	— pentru reglarea pe zero	125		
1.9.2.	de alezaje, sau cu comparator	385		
1.9.3.	de alezaje tip vergea cu $L > 30\text{mm}$	1 255		
	— pentru fiecare prelungitor	1 000		
1.10.	Pasametre	260		
1.11.	Comparatoare mecanice :			
1.11.1.	cu cadran (inclusiv cu contacte electrice)			
1.11.1.1.	cu valoarea diviziunii 0,01 mm și intervalul de măsurare până la 10 mm	280		
	— pentru fiecare 5 mm suplimentari	155		
	— pentru verificarea suportului	780		
	— pentru verificarea contactelor	320		
1.11.1.2.	cu valoarea diviziunii 0,001 până la 0,005 mm și intervalul de măsurare până la 1 mm	380		
	— pentru fiecare mm suplimentar	155		
	— pentru verificarea suportului	780		
	— pentru verificarea contactelor	320		
1.11.2.	de alezaje, cu palpator amovibil, cu bușe extensibile, cu bile, pasimetre	355		
	— pentru fiecare palpator suplimentar	155		
1.12.	Aparate de măsurat grosimi și ceapraz	260		
1.13.	Extensometre :			
1.13.1.	mecanice, optico-mecanice	3 370		

* Mijloace de măsurare care nu sunt cuprinse în „Lista Oficială 1993” sau ale căror operații de etalonare sau verificare nu sunt cuprinse în această listă.

0	1	2	3	4	0
1.13.2.	electrice, electronice, pentru un traductor și interval de măsurare				
1.13.2.1.	clasă A, B ₁	10 080			
1.13.2.2.	clasă B ₂ , C	6 710			
1.13.2.3.	clasă D, E	5 380			
1.13.3	pentru fiecare traductor și interval de măsurare suplimentar :				
1.13.3.1	clasă A, B ₁	4 030			
1.13.3.2	clasă B ₂ , C	3 370			
1.13.3.3	clasă D, E	3 030			
1.14.	Micrometre orizontale, verticale, tip Trimos	5 380			
	— pentru fiecare bloc suplimentar	3 360			
1.15.	Lupe și microscopice de măsurare :				
1.15.1	Lupe de măsurat lungimi	250			
1.15.2	Microscopice de măsurat lungimi cu valoarea diviziunii 0,01 mm	500			
	— pentru scara unghiulară	250			
1.15.3	Microscopice de măsurat dimensiunile pulberilor, suspensiilor, pentru o scară gradată și un obiectiv	5 035			
	— pentru fiecare scară gradată și un obiectiv suplimentar	2 350			
1.16.	Echipamente de măsurare și afișare a cotei pe mașini unelte				
	— pentru o coordonată	16 810			
	— pentru fiecare coordonată suplimentară	8 390			
1.17.	Interferometre cu laser :				
	— cu L pină la 1 metru	12 754			
	— cu L peste 1 metru	21 480			
NOTĂ — Verificarea și calibrarea corectorului de lungimi de undă se taxează pe bază de deviz.					
1.18.	Mașini de măsurat grosimi de materiale de flux :				
	— pentru 1 traductor și un interval de măsurare	16 800			
	— pentru fiecare traductor și interval de măsurare suplimentar	8 390			
1.19.	Aparate de măsurat grosimea acoperirilor :				
1.19.1.	Aparate de măsurat grosimea vopselei				
	— pentru un traductor și un interval de măsurare	2 685			
	— pentru fiecare traductor și interval de măsurare suplimentar	1 000			
1.19.2.	Aparate de măsurat grosimea depunerilor electrolitice :				
	— pentru un traductor și un interval de măsurare	4 000			
	— pentru fiecare traductor și interval de măsurare suplimentar	1 000			
1.20	Aparate de măsurat cu ultrasunete :				
1.20.1	Aparate sonice de măsurat lungimi				
	— pentru un traductor și un interval de măsurare	3 360			
	— pentru fiecare interval de măsurare și traductor suplimentar	1 340			
1.20.2.	Defectoscoape cu ultrasunete				
	— pentru un traductor și un interval de măsurare	10 070			
	— pentru fiecare traductor și interval de măsurare suplimentar	1 345			
1.21.	Interferometre de măsurat abateri de la planitate	11 410	16 110		
1.22.	Aparate electronice de măsurat abateri de la circularitate cu un traductor și un interval de măsurare	9 400	13 430		
	— pentru fiecare traductor sau interval de măsurare suplimentar	940	1 340		

0	1	2	3	4
1.23.	Microscopae de măsurat rugozitatea	7 050		
1.24.	Mostre de rugozitate	560		
1.25.	Proiectoare de profile :			
	— cu valoarea diviziunii $\leq 0,005$ mm	9700		
	— cu valoarea diviziunii $> 0,005$ mm	7 550		
1.26.	Aparate electronice de măsurat profile, pentru un singur traductor și interval de măsurare	7 720	12 080	
	— pentru fiecare traductor sau interval de măsurare suplimentar	770	1 210	
1.27.	Aparate pentru măsurat grosimea dinților la roțile dințate	1 790		
1.28.	Aparate de măsurat pasul la roțile dințate	2 950		
1.29.	Cale de reglare a aparatelor de măsurat pasul la roțile dințate 1 buc.	360	540	
1.30.	Aparate de măsurat cota peste dinți la roți dințate	1 540		
1.31.	Aparate de măsurat bătaia radială și frontală la roți dințate	2 000		
1.32.	Aparate pentru controlul angrenării roților dințate, pentru un interval de măsurare	8 050		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	830		
	— pentru fiecare accesoriu suplimentar	650		
VOLUM				
1.33.	Baloane cotate, pipete, eprubete colorimetrice, cilindri, pahare conice, etc. cu un singur reper		2 390	
1.34.	Pipete, eprubete colorimetrice, cilindri, pahare conice, fiole gradate pentru centrifugă, eritrometre etc. cu două sau mai multe repere sau o scară gradată		3 690	
1.35.	Butirometre		5 430	
1.36.	Măsurări din metal cu volum nominal > 50 dm ³	3 000		
1.37.	Cisterne de cale ferată	7 100		
UNGHII PLAN				
1.38.	Poligoane cu 5 ... 72 unghiuri active, clasă 1, pentru fiecare unghi activ	437	650	
1.39.	Rigle de sinus	1 530		
1.40.	Platouri de sinus			
	— cu simplu unghi	2 460		
	— cu dublu unghi	4 920		
1.41.	Aparate pentru controlul conurilor	6 200		
1.42.	Nivele :			
1.42.1.	cilindrice, paralelipipedice, prismatice etc.	930		
1.42.2.	cu echer, cadru, raportor, șurub micrometric, microscop etc.	1 840		
1.43.	Clinometre	3 690		
1.44.	Raportoare optice și mecanice	920		
1.45.	Dendrometre	1 880		
1.46.	Girometre metrologice pentru măsurarea direcției curenților de aer :			
1.46.1.	— orizontale	4 700		
1.46.2.	— verticale	6 710		
1.47.	Dwellmetre	2 000		
TIMP				
1.48.	Cronometre electronice	430		
1.49.	Aparate de verificat ceasornice	7 180		
1.50.	Instalație de cronometrat întreceri sportive	10 960		

0	1	2	3	4	0
VITEZĂ LINIARĂ					
1.51.	Vitezometre industriale de tablou pentru viteză liniară	500			
1.52.	Anemometre cu viteză maximă până la 22 m/s	1 000	1 800		
2.	Mijloace pentru măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE FENOMENELOR PERIODICE ȘI CONEXE				
FRECVENȚĂ					
2.1.	Frecvențmetre electronice cu rezonanță	5 440			
2.2.	Frecvențmetre electronice cu ac indicator	1 490			
2.3.	Convertoare de frecvență	5 440			
2.4.	Generatoare de impulsuri	7 220			
2.5.	Generatoare de funcții	7 220			
FRECVENȚĂ DE ROTAȚIE (TURAȚIE)					
2.6.	Tahometre centrifugale clasă de la 1,5 la 4, cu un singur interval de măsurare	260	600		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	60	200		
2.7.	Tahometre cu curenți turbionari	500	700		
2.8.	Tahometre electrice analogice cu un singur interval de măsurare	520	830		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	160	300		
2.9.	Tahometre electronice cu funcțiuni multiple (tahometru calculator, AMTRD etc.)	2 000	2 600		
2.10.	Stroboscop	1 400	2 000		
PARAMETRII VIBRAȚIEI					
2.11.	Aparate utilizate pentru echilibrări dinamice	6 300			
2.12.	Vibrometre mecanice	1 850			
2.13.	Vibrometre electronice cu un singur traductor	2 000			
	— pentru fiecare traductor suplimentar	900			
2.14.	Amplificatoare de condiționare	2 500			
2.15.	Aparate de măsurat parametrii vibrației mecanice cu un traductor piezoelectric și un singur preamplificator	2 900			
	— pentru fiecare preamplificator suplimentar	1 250			
2.16.	Traductoare de vibrații cu adaptoare	2 200			
2.17.	Seturi de filtre trece-bandă de octavă și 1/3 octavă pentru analizoare de vibrații	2 900			
2.18.	Integratoare pentru măsurarea vibrațiilor mecanice	850			
2.19.	Înregistratoare de vibrații	5 500			
2.20.	Aparate pentru măsurarea și supravegherea vibrației cu un singur modul de supraveghere	3 200			
	— pentru fiecare modul de supraveghere suplimentar	1 800			
3.	Mijloace pentru măsurat MĂRIMI MECANICE				
FORȚĂ					
3.1.	Celule de sarcină clasă 0,2 ... 3 (pentru fiecare sens de solicitare) cu forță maximă				
3.1.1.	până la 1 kN inclusiv	3 540			
3.1.2.	între 1 kN și 100 kN inclusiv	4 160			

0	1	2	3	4	0
3.1.3.	între 0,1 MN și 1 MN inclusiv	7 020			
3.1.4.	între 1 MN și 3 MN inclusiv	8 680			
NOTĂ — În cazul etalonării cu certificarea valorilor și erorilor conform STAS sau ASTM se aplică tarif majorat cu coeficientul 1,5.					
3.2.	Mașini pentru încercarea statică la tracțiune a texti- lelor, pielii, cauciucului, maselor plastice etc.				
3.2.1.	până la 500 N inclusiv și un singur interval de măsu- re	1 870			
	— pentru fiecare interval suplimentar	1 660			
3.2.2.	peste 500 N și u singur interval de măsurare	2 290			
	— pentru fiecare interval suplimentar	1 870			
3.3.	Mașini pentru încercarea la tracțiune, compresie sau forfecare a nisipurilor, pământurilor etc. și un singur interval de măsurare	2 290			
	— pentru fiecare interval suplimentar	1 870			
3.4.	Mașini pentru încercarea arcurilor, a inelelor de piston etc. în regim static :				
3.4.1.	pină la 100 N inclusiv, pentru un sens de solicitare și un interval de măsurare	1 560			
	— pentru al doilea sens de solicitare	1 360			
	— pentru fiecare interval suplimentar	1 360			
3.4.2.	între 100 N și 100 kN inclusiv pentru un sens de soli- citare și un interval de măsurare	2 860			
	— pentru al doilea sens de solicitare	2 080			
	— pentru fiecare interval suplimentar	2 080			
3.4.3.	peste 100 kN pentru un sens de solicitare și un inter- val de măsurare	3 900			
	— pentru al doilea sens de solicitare	3 330			
	— pentru fiecare interval suplimentar	3 330			
3.5.	Mașini pentru încercarea la fluaj sau relaxare, pentru un post de lucru și un singur interval de măsurare	4 160			
	— pentru fiecare post de lucru suplimentar	4 160			
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	3 740			
3.6.	Mașini pentru încercări la oboseală prin solicitări axiale (pentru o amplificare și o frecvență)	9 980			
3.7.	Mașini pentru încercări la oboseală prin încovoieri ro- tativă (cu un post)				
	— reproducerea momentului cu greutateți	1 870			
	— verificarea momentului cu epruvetă etalon, pentru o scară de măsurare	6 240			
NOTĂ — În cazul etalonării cu certificarea valorilor și erorilor conform ASTM sau STAS se aplică tarif majorat cu 1,5.					
MOMENTUL FORȚEI, MOMENTUL CUPLULUI DE FORȚĂ					
3.8.	Aparat de verificat chei dinamometrice, pentru o scară de măsurare	3 120			
	— pentru fiecare scară suplimentară	2 500			
3.9.	Mașini pentru încercarea firelor textile la răsucire (tor- siometre)	1 040			
3.10.	Mașini pentru încercarea statică la răsucire a meta- lelor :				
3.10.1.	fără măsurarea momentului de răsucire	1 040			
3.10.2.	cu măsurarea momentului de răsucire pentru un sens de solicitare și un interval de măsurare	6 240			
	— pentru al doilea sens de solicitare	5 000			
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	5 000			

0	1	2	3	4
3.11.	Instalații pentru măsurarea cuplului motor	3 740		
3.11.1.	pentru un singur interval de măsurare, verificat în regim static	3 740		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	3 120		
3.11.2.	pentru un singur interval de măsurare, verificat în regim dinamic	10 400		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	8 320		
NOTĂ — În cazul etalonării cu certificarea valorilor și erorilor conform STAS și ASTM, se aplică tarif majorat cu coeficientul 1,5.				
PRESIUNE				
3.12.	Manometre, vacuummetre, manovacuummetre sau manometre diferențiale cu lichid, pentru presiuni relative :			
3.12.1.	cu tub U, cu eroare maximă $\pm(2...3)$ mm coloană de lichid manometric, utilizat cu scară gradată în mm sau unități de presiune	1 800	4 000	
3.12.2.	cu rezervor și tub înclinat cu un interval de măsurare, clasă 0,5 ... 2,5	1 230	2 410	
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	640	1 525	
	— pentru prepararea și măsurarea lichidului manometric	1 500	1 500	
3.12.3.	cu balanță inelară, cu clopot sau plutitor	10 130	17 800	
3.13.	Manometre, vacuummetre, manovacuummetre sau manometre diferențiale cu element elastic, pentru presiuni relative, clasă 1...4	250	600	
NOTĂ — la presiuni mai mari de 40 MPa, pentru fiecare interval de suprapresiune de 100 MPa, se percepe 25 % din tariful de verificare, respectiv etalonare				
3.14.	Vacuummetre de presiune absolută :			
3.14.1.	termoelectrice cu eroare de 10 % și mai puțin precise, cu o joă, un interval de măsurare			
3.14.1.1.	($10^{-1} ... 10^2$) Pa	10 030	19 900	
	— pentru fiecare joă în plus	6 200	12 720	
	— pentru dispozitiv de semnalizare electrică	1 770		
	— pentru semnalul de ieșire electric	3 840	7 950	
3.14.1.2.	($10^{-1} ... 10^5$) Pa	14 160	28 630	
	— pentru fiecare joă în plus	6 200	12 730	
	— pentru dispozitiv de semnalizare luminoasă	2 830		
	— pentru semnalul de ieșire electric	7 670	15 900	
3.14.2.	cu ionizare, cu limita minimă de măsurare $\geq 10^{-4}$ Pa, cu o joă și un filament (la cele cu catod cald), cu eroare de 20 % și mai puțin precise	16 700	19 500	
	— pentru fiecare joă sau filament suplimentar	5 200	7 400	
	— pentru dispozitiv de semnalizare electrică	1 770		
	— pentru semnalul de ieșire electric	6 200	7 950	
3.14.3.	cu lichid, cu tub U	7 380	15 500	
3.14.4.	cu element elastic clasă 0,1 ... 0,6	9 150	19 900	
3.14.5.	cu element elastic, cu eroare de 1 % și mai puțin precise	7 970	15 900	
3.15.	Barometre aneroide cu eroarea de $\pm 0,5$ kPa și mai puțin precise	3 200	5 170	
3.16.	Aparate cu traductoare pentru măsurarea presiunii absolute sau relative, cu afișare analogică sau digitală, cu incertitudinea de etalonare de 0,015%...0,1% din limita superioară a intervalului de măsurare	31 800	38 970	

0	1	2	3	4
3.17.	Dispozitive auxiliare la aparatele de măsurat presiunea (altele decât cele menționate mai sus)			
3.17.1.	de semnalizare simplă		2 070	
3.17.2.	de semnalizare dublă		3 250	
3.17.3.	de înregistrare		3 840	
VÂSCOZITATE DINAMICĂ				
3.18.	Vâscozimetre cu corp căzător cu o bilă	676	1 275	
	— pentru fiecare bilă suplimentară	600	1 200	
3.19.	Rheovâscozimetru cu un corp de măsurare	4 200	4 800	
	— pentru fiecare corp de măsurare suplimentar	2 080	2 500	
3.20.	Vâscozimetru cu un corp rotitor	1 250		
	— pentru fiecare corp rotitor suplimentar	600		
VÂSCOZITATE CONVENȚIONALĂ				
3.21.	Vâscozimetru Engler	1 800		
3.22.	Cupe vâscozimetrice	1 400		
DEBIT DE MASĂ, DEBIT DE VOLUM				
3.23.	Rotametre pentru gaze (verificate cu aer):			
3.23.1.	cu debit maxim de 1 m ³ pe oră inclusiv	900	2 080	
3.23.2.	cu debit maxim mai mare de 1 m ³ pe oră pînă la 10 m ³ pe oră inclusiv	1 040	2 080	
3.23.3.	cu debit maxim peste 10 m ³ pe oră pînă la 20 m ³ pe oră inclusiv	1 560	2 080	
FLUX DE SCĂPĂRI				
3.24.	Detectoare de neetanșitate cu spectrometru de masă	41 350		
3.25.	Surse de flux de la 10 ⁻¹¹ la 10 ⁻⁵ Pa·m ³ ·s ⁻¹ :			
3.25.1.	cu incertitudinea (10 ... 20)%	12 720	38 170	
3.25.2.	cu incertitudinea 30 % și mai puțin precise	11 130	33 400	
ENERGIE (mecanică)				
3.26.	Aparate pentru încercări la încovoiere dinamică tip Dynstat pentru un interval de măsurare			
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	988		
NOTĂ — În cazul verificării/etalonării cu certificarea valorilor conform ASTM și STAS, se aplică tariful majorat cu coeficientul 1,8.				
DURITATE				
3.27.	Aparate de încercare dinamico-plastică a metalelor (Baumann, Poldy), cu o scară de măsurare			
	— pentru fiecare scară de măsurare suplimentară	208	156	
ALȚI PARAMETRI LA ÎNCERCĂRI DE MATERIALE				
3.28.	Aparate pentru încercare statică la ambutisare, metoda Erichsen:			
3.28.1.	fără măsurarea forței de ambutisare	832		
3.28.2.	cu măsurarea forței de ambutisare pe un interval de măsurare	1 560		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	1 235		
3.29.	Aparate pentru încercarea la dubla îndoire a hârtiei, ce-			

0	1	2	3	4
3.30.	luloidului, cartonului etc. Tensorezistoare (pentru fiecare bucată din lot)	1 040 3 120		
	NOTĂ — În cazul verificării/etalonării aparatelor de la pct. 3.28., 3.29 și 3.30 conform normelor ASTM sau STAS, se aplică tarif majorat cu coeficientul 1,5.			
4.	Mijloace pentru măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE ELECTROMAGNETISMULUI			
4.1.	Galvanometre de curent continuu	3 490		
4.2.	Contoare de curent continuu	10 000		
4.3.	Cutii de rezistențe diferite, rezistențe adiționale, pentru fiecare rezistență	200	260	
4.4.	Șunturi simple și multiple până la 100A, clasă 0,1 și mai puțin precise, pentru fiecare valoare nominală	310		
4.5.	Punți Wheatstone, clasă 0,2 și mai puțin precise	950		
4.6.	Punți Thomson clasă 0,2 și mai puțin precise	1 200		
4.7.	Punți Wheatstone-Thomson clasă 0,2 și mai puțin precise	1 500		
4.8.	Punți pentru cabluri	4 140	5 180	
4.9.	Ohmmetru cu un interval de măsurare, până la 10^6 ohmi inclusiv	650		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	300		
4.10.	Indicatoare de nul electronice de curent continuu	2 790		
4.11.	Ampermetre și voltmetre de curent continuu și curent alternativ la $f = 50$ Hz, clasă 1 ... 5, cu un interval de măsurare, verificate în c.a. sau c.c.	1 000		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	270		
4.12.	Ampermetre și voltmetre înregistratoare de curent continuu și/sau alternativ, cu un interval de măsurare	1 200		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	550		
4.13.	Ampermetre și ampervoltmetre clește cu un interval de măsurare	1 000		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	150		
4.14.	Ampermetre și voltmetre de curent alternativ și frecvențe diferite de 50 Hz, clasă 1 și mai puțin precise	1 870		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar (tensiune, curent, frecvență)	500		
4.15.	Aparate electrice universale pentru măsurat tensiuni, curenți, rezistențe, capacități, pentru un singur interval de măsurare	1 000		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar (tensiune, curent, rezistență, capacitate sau frecvență)	300		
4.16.	Aparate electronice de curent alternativ cu afișare numerică (digitale) pentru măsurat tensiuni și curenți de clasă 0,5% și mai puțin precise, cu un interval de măsurare	1 200		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar (tensiune, curent și frecvență)	400		
4.17.	Wattmetre și varmetre monofazate pentru curent alternativ cu $f = 50$ Hz și $\cos \varnothing = 1$, clasă 1 și mai puțin precise, respectiv $\sin \varnothing = 1$, clasă 1 și mai puțin precise, cu un interval de măsurare	1 500		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	300		
	— cu dispozitiv de înregistrare, pentru fiecare viteză	600		
4.18.	Wattmetre trifazate, clasă 1 și mai puțin precise, cu un interval de măsurare	1 500		

0	1	2	3	4
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	600		
	— cu dispozitiv de înregistrare, pentru fiecare viteză	600		
4.19.	Varmetre trifazate clasa 1 și mai puțin precise, cu un interval de măsurare	1 500		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	300		
	— cu dispozitiv de înregistrare pentru fiecare viteză	600		
4.20.	Convertoare electronice de putere activă (wattmetre electronice monofazate până la 10 kHz), clasă 0,5 și mai puțin precise, cu un interval de măsurare și o frecvență	3 000		
	— pentru fiecare interval de măsurare și frecvență suplimentare	500		
4.21.	Convertoare de tensiune și curent alternativ la $f = 50$ Hz, clasă 0,5 și mai puțin precise, cu un interval de măsurare	2 000		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	300		
4.22.	Convertoare de factor de putere $f = 50$ Hz	1 000		
4.23.	Wattmetre și varmetre clește cu un interval de măsurare	1 500		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	500		
4.24.	Truse wattmetrice :			
4.24.1.	clasă 0,5 și mai precise	29 500	35 000	
4.24.2.	clasă 1 și mai puțin precise	12 000		
4.25.	Fazmetre (cosfimetre) la $f = 50$ Hz, clasă 1 și mai puțin precise, cu un interval de măsurare	2 000		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	500		
4.26.	Fazmetre (cosfimetre) la $f = 50$ Hz, clasă 1 și mai puțin precise	2 000		
4.27.	Instalații automate pentru verificarea și etalonarea prin comparație a transformatoarelor de măsură	6 292	9 152	
4.28.	Instalații pentru determinarea raportului de transformare și a grupei de conexiuni la transformatoarele de putere	10 000	11 000	
4.29.	Punți C și tgδ (Schering)			
4.29.1.	clasă 0,1 și mai puțin precise, pentru un interval de măsurare	7 530	8 800	
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	1 130	1 260	
4.29.2.	clasă 0,2 și 0,5, pentru un interval de măsurare	6 300	7 510	
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	670	820	
4.29.3.	clasă 1 și mai puțin precise, pentru un interval de măsurare	5 840		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	560		
4.30.	Selsine etalon și simulatoare de selsine și resolvere etalon, pentru fiecare reper cifrat (poziție pe decadă)	440	510	
4.31.	Reactometre neurovegetative	5 880	7 060	
4.32.	Instalații pentru măsurarea permittivității dielectrice	17 350	18 800	
4.33.	Tensometre electronice tip compensator, pentru fiecare interval de măsurare	13 000	14 440	
4.34.	Tensometre electronice, pentru un interval de măsurare	4 340	5 420	
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	360	440	
4.35.	Microvoltmetre și indicatoare de nul de audiofrecvență, selective, cu o frecvență	3 970		
	— pentru fiecare interval de frecvență suplimentar	720		
	— pentru fiecare frecvență suplimentară	430		
4.36.	Voltmetre sensibile la fază	13 400		
4.37.	Aparate pentru verificarea rapoartelor de transformare și a grupei de conexiuni la transformatoarele de forță	16 70	108 870	

0	1	2	3	4	0
4.38.	Aparate electronice analogice pentru măsurarea tensiunii, curenților și rezistențelor, pentru un interval de măsurare	781			
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	234			
4.39.	Catometre	4 686			
4.40.	Tranzistometre de joasă frecvență, pentru un interval de măsurare	2 499			
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	156			
4.41.	Tranzistometre pentru măsurarea parametrilor de înaltă frecvență și/sau pentru vizualizarea caracteristicilor	6 599			
4.42.	Distorsiometre	5 701			
4.43.	Modulometre :				
4.43.1.	MA până la 300 MHz, pentru 1 interval de măsurare	4 920			
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	1 015			
4.43.2.	MA până la 1000 MHz, pentru un interval de măsurare	5 662			
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	1 015			
4.43.3.	MA + MF până la 300 MHz, pentru un interval de măsurare	7 146			
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	1 172			
4.43.4.	MA + MF până la 1000 MHz, pentru un interval de măsurare	8 669			
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	1 640			
4.44.	Osciloscopia și oscilografe de măsurare :				
4.44.1.	— până la 10 MHz	6 482			
4.44.2.	— până la 100 MHz	12 750			
4.44.3.	— peste 100 MHz	20 697			
NOTĂ — Pentru osciloscopia cu memorie se percepe în plus 25%.					
4.45.	Analizoare de spectru :				
4.45.1.	— până la 10 MHz	11 168			
4.45.2.	— până la 300 MHz	15 854			
4.45.3.	— până la 1000 MHz	19 759			
4.45.4.	— peste 1000 MHz	24 992			
4.46.	Punți de impedanță pentru frecvențe înalte	6 248			
NOTĂ — La aparatele de la pct. 4.34 ... 4.46 prevăzute cu interfețe de comunicare cu calculatorul, se percepe un plus de 25% din tariful de verificare/etalonare la sortimentul respectiv.					
4.47.	Q-metre :				
4.47.1.	— până la 300 MHz	11 168			
4.47.2.	— până la 1000 MHz	15 620			
4.48.	Bobine de inductanță pentru Q-metre	1 015	1 796		
4.49.	Rezistențe de sarcină, coaxiale	3 124	4 689		
4.50.	Instalații Epstein	7 720			
4.51.	Cadru Epstein	4 630			
4.52.	Permeametre și coercimetre cu instrumente de măsurare magneto-electrice	8 730			
4.53.	Permeametre-instalații tip histerezisgraf pentru materiale magnetice moi și magnetice dure	29 310	19 136		
4.54.	Ferctestere	4 190			
5.	Mijloace pentru măsurat MĂRIMI TERMICE				
	TEMPERATURĂ				
5.1.	Termometre din sticlă :				
5.1.1.	tehnice (cu valoarea diviziunii $\geq 0,5^{\circ}\text{C}$)	1 080			

0	1	2	3	4
5.1.2.	de precizie (cu valoarea diviziunii $\leq 0,5^\circ\text{C}$)	1 850	11 500	
5.1.3.	calorimetrice		14 800	
5.1.4.	Beckmann		19 000	
5.1.5.	meteorologice	1 080		
5.1.6.	cu Hg, cu contacte electrice	1 950	14 800	
5.2.	Termometre manometrice și metalice		2 800	
5.3.	Termografe	2 000		
5.4.	Termobarografe	4 000		
5.5.	Termobarohigrorafe	6 000		
5.6.	Dispozitive de compensare a joncțiunilor de referință	3 200		
5.7.	Aparate electrice și electronice indicatoare de temperatură	4 500	16 000	
5.8.	Pirometre	5 080	17 000	
5.9.	Instalație pentru măsurarea temperaturii	4 900	18 000	
5.10.	Dispozitive auxiliare la mijloace de temperatură (semnalizare, reglare, înregistrare)	1 100		

NOTĂ: La tarifele de mai sus se adaugă:

— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar cu care aparatele sunt prevăzute, 50% din taxa de etalonare sau verificare;

— pentru fiecare punct suplimentar cerut de beneficiar, 20% din taxa de etalonare sau verificare;

— pentru fiecare traductor suplimentar (la ansambluri) se adaugă taxa de verificare sau etalonare corespunzătoare tipului de traductor.

PUTERE CALORICĂ MASICĂ

5.11.	Calorimetre pentru combustibili solizi și lichizi:	
5.11.1.	izotermice	24 500
5.11.2.	adiabactice	20 500
5.12.	Bombe calorimetrice:	
5.12.1.	tip A și tip D	14 300
5.12.2.	tip B și tip C	6 800

NOTĂ: Pentru verificarea bombelor calorimetrice tip B și tip C conform ASTM se percepe o taxă suplimentară de 20%.

5.13.	Instalații radiometrice pentru măsurări în flux, pe bandă, pentru cărbuni	22 100
-------	---	--------

PUTERE CALORICĂ VOLUMICĂ

5.14.	Calorimetre pentru combustibili gazoși	
5.14.1.	cu circulație continuă de apă	28 400

NOTE: 1. În costul operațiilor de verificare a calorimetrelor este inclus și tariful de calibrare a contoarelor de gaze umede ale calorimetrelor.

2. Pentru verificarea instalațiilor de calibrare a contoarelor de gaze umede, se percepe o taxă suplimentară de 20% din tariful de verificare pentru calorimetre.

5.14.2.	cu circulație continuă de aer	18 700
---------	-------------------------------	--------

NOTĂ — Pentru etalonarea sau calibrarea calorimetrelor, pozițiile 5.12 și 5.14, plata se va face pe bază de deviz.

CONDUCTIVITATE TERMICĂ

5.15.	Termoconductivimetre pentru măsurare prin metode staționare:	
-------	--	--

0	1	2	3	4
5.15.1.	bazate pe metoda firului cald	23 300		
5.15.2.	bazate pe metoda plăcii	22 700		
5.15.3.	bazate pe metoda barei	26 700		
NOTE : 1. Pentru mijloacele de măsurare de la pozițiile 5.12., 5.14. și 5.15. respinse din motive referitoare la condițiile tehnice generale, se percepe 25 % din tarifele de verificare ; 2. Pentru verificarea termoconductivimetrelor de la punctul 5.16. care funcționează la temperaturi joase, la tariful pentru operațiile de verificare se vor adăuga cheltuielile necesare procurării agentului criogenic ; 3. Pentru verificarea termoconductivimetrelor de la punctul 4.15., prevăzute cu echipament de calcul se va percepe o taxă suplimentară de 25 %.				
6.	Mijloace pentru măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE RADIĂȚIEI OPTICE			
	MĂRIMI RADIOMETRICE			
	LUNGIMI DE UNDĂ			
6.1.	Monocromatoare și dublumonocromatoare	4 160		
6.2.	Spectroscopice :			
6.2.1.	de laborator	3 380		
6.2.2.	portabile	2 340		
	RADIANȚĂ			
6.3.	Radianțmetre (luminanțmetre energetice) :			
6.3.1.	spectrale (spectroradianțmetre) pentru un interval de măsurare	4 680	6 760	
6.3.2.	globale, pentru un interval de măsurare	2 600	5 200	
	EMITANȚĂ RADIANȚĂ			
6.4.	Emitanțmetre energetice			
6.4.1.	spectrale, pentru un interval de măsurare	5 880	8 830	
6.4.2.	globale, pentru un interval de măsurare	2 940	5 880	
	MĂRIMI FOTOMETRICE			
	INTENSITATE LUMINOASĂ			
6.5.	Goniofotometre pentru distribuția spațială a intensității luminoase	11 770		
	LUMINANȚĂ			
6.6.	Luminanțmetre, pentru un singur interval de măsurare, o temperatură de culoare și un unghi de acceptanță	1 470	3 900	
	ILUMINARE			
6.7.	Luxmetru, pentru un interval de măsurare și pentru un filtru atenuator	804	1 072	
	EXPUNERE LUMINOASĂ			
6.8.	Exponometre	1 040		
	MĂRIMI COLORIMETRICE			
6.9.	Colorimetre tricromatice (ptr. componente și/sau coordonate tricromatice)	1 040	5 980	

0	1	2	3	4
MĂRIMI OPTICE DE MATERIAL				
FACTOR DE REFLEXIE				
6.10	Reflectometre optice, pentru o geometrie de măsurare	1 430	2 210	
FACTOR DE TRANSMISIE				
6.11.	Transmitometre optice, pentru o geometrie de măsurare	1 300		
GRAD DE ALB				
6.12.	Leucometre și alte reflectometre pentru un grad de alb	1 430	2 210	
DENSITATE OPTICĂ PRIN TRANSMISIE				
6.13	Microfotometre		4 940	
6.14	Sensitometre (lămpile etalon de intensitate luminoasă și scăările de densitate optică se etalonează separat)	1 000		
FACTOR DE DIFUZIE				
6.15	Difuziometre, absorbtiiometre cu difuzie	1 300		
INDICE DE REFRACTIE				
6.16.	Refractometre			
6.16.1	— de flux	4 800		
6.16.2	— de mină	550		
VERGENTĂ				
6.17.	Lentile de ochelari :			
	— determinarea puterii frontale	250		
	— determinarea distanței între centrele optice	250		
	— determinarea axei lentilelor cilindrice	85		
7.	Mijloace de măsurat MĂRIMI ACUSTICE			
FRECVENȚĂ				
7.1.	Analizoare de frecvență de tip :			
7.1.1.	procentaj de bandă	10 800		
7.1.2.	heterodină	10 800		
BANDA DE FRECVENȚĂ (OCTAVA)				
7.2.	Analizoare spectrale în 1/1 octavă și 1/3 octavă	10 800		
7.3.	Seturi de filtre :			
7.3.1.	1/1 octavă	3 400		
7.3.2.	1/3 octavă	4 800		
7.3.3.	1/3 octavă cu afișare digitală	4 800		
PRAG DE AUDIBILITATE				
7.4.	Audiometre tonale critice		5 100	
NOTĂ: Pentru orice funcție suplimentară a mijloacelor de măsurare față de cele prevăzute în NTM, se percepe un tarif majorat cu coeficientul 1,5.				
8.	Mijloace de măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE CHIMIEI FIZICE ȘI FIZICII MOLECULARE			
DENSITATE (lichide)				
8.1.	Urometre	1 470	4 120	
8.2.	Balanțe Mohr-Westphal	1 800		

0	1	2	3	4	0
8.3.	Densimetre industriale în flux continuu	4 800			
8.4.	Densimetre electronice cu un plutitor imersat	4 800			
	— pentru fiecare plutitor suplimentar	600			
	CONCENTRAȚIE				
8.5.	Salinometre	975			
8.6.	Cleimetre	442			
8.7.	Spectrofotometre cu absorbție atomică	7 650			
8.8.	Spectrometre automate cu emisie optică, cu emisie în plasmă, de fluorescență, de raze X	7 650			
8.9.	Analizoare de gaze în oțeluri	7 430			
	UMIDITATE				
8.10.	Psihrometre electronice cu aspirație	2 500			
8.11.	Higrometre cu punct de rouă				
8.11.1.	cu suprafață răcită, cu comprimarea gazului	3 900			
8.11.2.	alte tipuri	2 500			
8.12.	Higrometre electrice staționare (de laborator, industriale)	1 900			
8.13.	Higrometre electrice pentru umiditate relativă	2 000			
	— pentru fiecare senzor de umiditate suplimentar	1 000			
8.14.	Higrometre mecanice (inclusiv psihrometre)	1 500			
8.15.	Umidimetre pentru lemn, textile, tutun	2 500			
	pX				
8.16.	Ionometre	13 420			
	— pentru fiecare electrod ion relativ, suplimentar	3 400			
8.17.	Oxigenometre	12 560			
	POTENȚIAL REDOX				
8.18.	Redoxmetre	5 400			
8.19.	Electrod redox (indicator)	1 800			
9.	Mijloace de măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE RADIATIILOR IONIZANTE				
	ACTIVITATE (Bq)				
9.1.	Instalații de măsurare a activității cu un bloc de detecție, pentru un radionuclid	21 014			
9.2.	Instalație de măsurare a activității cu scintilatori lichizi și schimbare automată a probelor pentru un radionuclid	31 521			
9.3.	Surse radioactive etalon de emisie de neutroni (surse statice de neutroni) etalonate pentru prima dată (prima etalonare)	71 800			
9.4.	Contaminometru de radiații cu un singur bloc de detecție:				
9.4.1.	— pentru radiații X și gama	31 521			
9.4.2.	— pentru radiații beta	31 521			
9.4.3.	— pentru radiații alfa	31 521			
	ECHIVALENTUL DOZEI (Sv)				
9.5.	Dozimetru de radiații X și gama cu un singur bloc de detecție	21 014			
	EXPUNERE (C·kg⁻¹)				
9.6.	Expozimetru cu un singur bloc de detecție (de lucru)	21 014			

0	1	2	3	4
DEBITUL DOZEI ABSORBITE ȘI DEBIT DE KERMA ($\text{Gy} \cdot \text{s}^{-1}$)				
9.7.	Debitmetru de radiații X și gama cu un singur bloc de detecție (de lucru)	16 037		
9.8.	Debitmetru de radiații beta, cu un singur bloc de detecție (de lucru)	21 014		
9.9.	Surse radioactive emițătoare de radiații beta, etalonate în debit de Kerma la 30 cm.	18 249		
DEBIT ECHIVALENT DE DOZĂ ($\text{Sv} \cdot \text{s}^{-1}$)				
9.10.	Debitmetru de radiații X și gama cu un bloc de detecție	16 037		
DEBIT DE EXPUNERE ($\text{A} \cdot \text{kg}^{-1}$)				
9.11.	Debitmetru de expunere cu un singur bloc de detecție (de lucru)	16 037		
ENERGIA RADIĂȚILOR (eV)				
9.12.	Sisteme spectrometrice cu detectoare de rezoluție joasă (monocanal)	23 779		
9.13.	Sisteme spectrometrice cu detectoare de înaltă rezoluție (multicanale, prima etalonare)	31 520		
MAI MULTE MĂRIMI				
9.14.	Avertizor de debit de expunere sau de debit de doză absorbită pentru radiații X, gama sau beta, cu un bloc de detecție și un prag prestabilit — pentru avertizoarele cu prag reglabil, pentru fiecare prag etalonat	2 750	1 650	
9.15.	Avertizoare de doză absorbită (sau de expunere) pentru radiații X, gama sau beta, cu un bloc de detecție și un prag prestabilit — pentru avertizoare cu prag reglabil, pentru fiecare prag etalonat	9 160	2 750	
10.	Mijloace de măsurat MĂRIMI DIFERITE			
10.1.	Adaptoare :			
10.1.1.	Adaptoare tensiune (rezistență) curent	2 100		
10.1.2.	Adaptoare pentru traductor de pH	2 100		
10.1.3.	Adaptoare pentru traductoare electromagnetice de debit	2 100		
10.1.4.	Adaptoare pentru traductor de conductivitate	2 100		
10.1.5.	Adaptoare pentru instalații de cântărire	2 100		
10.2.	Convertoare :			
10.2.1.	Convertoare tensiune-curent	1 800		
10.2.2.	Convertoare rezistență-curent	1 800		
10.3.	Elemente de substituie	1 800	2 400	
10.4.	Aparate indicatoare tip compensator cu autoechilibrare din instalații de automatizare — dispozitiv de semnalizare sau transmitere la distanță	350	450	
10.5.	Aparate înregistratoare tip compensator cu autoechilibrare din instalații de automatizare — pentru fiecare interval suplimentar — pentru un dispozitiv de semnalizare sau transmitere la distanță	2 700 700	3 600 1 000	

0	1	2	3	4
10.6.	Elemente de calcul și auxiliare, electronice :			
10.6.1.	— de adunare-scădere	1 800		
10.6.2.	— de înmulțire-împărțire	1 800		
10.6.3.	— de rădăcină pătrată	1 800		
10.6.4.	— integrator	1 800		
10.6.5.	— compensator de presiune și temperatură	1 800		
10.6.6.	— de raport	1 800		
10.7.	Aparate indicatoare pneumatice din instalații de automatizare	2 100	2 700	
	— pentru un dispozitiv de semnalizare sau transmitere la distanță	350		
10.8.	Aparate înregistratoare pneumatice din instalații de automatizare	2 700	3 600	
	— pentru fiecare interval suplimentar	750	1 000	
	— pentru un dispozitiv de semnalizare sau transmitere la distanță	350		
10.9.	Elemente de calcul și auxiliare, pneumatice :			
10.9.1.	de calcul	1 800		
10.9.2.	integrator	1 800		
10.10.	Centrale de măsurare	15 000		
10.11.	Lanțuri de măsurare	9 000		
10.12.	Testoare auto, cu următoarele funcții :			
10.12.1.	măsurarea avansului	360		
10.12.2.	măsurarea turației, pentru un interval de măsurare	260		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	160		
10.12.3.	măsurarea unghiului Dwell exprimat în %	260		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar exprimat în grade Dwell	160		
10.12.4.	măsurarea tensiunii electrice pentru un interval de măsurare	220		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	130		
10.12.5.	măsurarea curentului electric pentru un interval de măsurare	220		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	130		
10.12.6.	măsurarea rezistenței electrice, pentru un interval de măsurare	220		
	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar	130		
10.13.	Aparate pentru măsurat avansul și turația	2 000		

NOTĂ

1. Pentru operațiuni de asistență tehnică, odată cu verificarea sau etalonarea metrologică (reglaje suplimentare față de cele prevăzute în normele de metrologie, consultanță tehnică pentru punerea în funcțiune, utilizarea și întreținerea mijloacelor de măsurare) se încasează un tarif de 600 lei/oră efectiv prestată.

2. Tarife pentru transportul dus-întors al utilajelor, etaloanelor și al personalului metrologic:

Se percep ori de câte ori verificarea sau etalonarea se execută la fața locului, necesitând transport de utilaje, etaloane și personal metrologic. Tarifele percepute sînt următoarele:

a) în cazul efectuării transportului cu mijloace auto din dotarea unităților subordonate Biroului Român de Metrologie Legală:

— 100 lei/km la transport cu autolaborator DACIA

b) în cazul efectuării transportului cu mijloace de transport în comun (autobuz, tren) tariful va fi echivalent cu costul transportului practicat de societatea de transport respectivă.

ERATĂ LA LISTA OFICIALĂ — 1993
apărută în revista „Metrologie” nr. 1/1993

Nr. crt.	Poziția din L.O.	În loc de	Se va citi
0	1	2	3
CAP. I. Mijloace de măsurare etalon (E)			
1.	1.50. coloana 1 alineat 2	(3'')	(3 ^{cc})
2.	4.26.3. coloana 1 alineat 2	— pentru fiecare tensiune nominală, curent nominal sau schemă de conexiune	— pentru fiecare tensiune, curent nominal sau schemă de conexiune suplimentare
3.	4.37. coloana 2		1
4.	4.44. coloana 1 alineat 2	— pentru fiecare interval de măsurare	— pentru fiecare interval de măsurare suplimentar
5.	6.5. coloana 2		2
6.	8.1. coloana 1	0,0002 g·cm	0,0002 g·cm ⁻³
7.	8.3. coloana 1	0,2	0,2 %
8.	8.10. coloana 2	1	I (inițial)
9.	9.3.2. coloana 2		I (inițial)
10.	9.4. } coloana 2 9.5. }		1
CAP. II. Mijloace de măsurare de lucru (L)			
11.	1.25. 1.42. 3.31.2. Notă 3.33. alineat 3 5.1. } coloana 2	1	I (inițial)
12.	3.12. } coloana 2 3.16. } 3.20. } 3.29. }	1	1

VERIFICAREA METROLOGICĂ A APARATELOR ELECTRONICE CU AFIȘARE NUMERICĂ (DIGITALE) PENTRU MĂSURAT TENSIUNI, CURENȚI, REZISTENȚE, ÎN CURENT CONTINUU

1. Domeniu de aplicare

1.1 Prezentă normă tehnică de metrologie se referă la verificarea metrologică a aparatelor electronice cu afișare numerică (digitale) pentru măsurat tensiuni, curenți, rezistențe, în curent continuu.

2. Descriere

2.1 Aparatele electronice cu afișare numerică (digitale) pentru măsurat tensiuni, curenți, rezistențe etc. numite în continuare multimetre digitale, sunt aparate destinate măsurării mai multor mărimi: tensiune, curent, rezistență, raport de tensiune etc., bazate pe conversiunea analog-digitală a mărimii de măsurat. Rezultatul măsurării este afișat numeric cu ajutorul unor dispozitive luminoase sau înregistrat prin intermediul unui imprimator.

3. Condiții tehnice

3.1 Condiții tehnice de construcție

3.1.1 Carcasa, sistemul de afișare, bornele butoanele și comutatoarele multimetrelor digitale nu trebuie să prezinte deteriorări mecanice. De asemenea, ele trebuie să îndeplinească funcțiile cărora le sunt destinate conform documentației tehnice.

3.1.2 În interiorul multimetrelor digitale nu trebuie să existe corpuri străine sau nefixate.

3.1.3 Multimetrele digitale trebuie să fie însoțite de documentație tehnică (instrucțiuni de utilizare), precum și de cabloanele de alimentare și de măsurare prevăzute în documentația tehnică.

3.1.4 Inscricțiunile trebuie să fie în conformitate cu cele prevăzute în documentația tehnică a aparatului, să fie clare și astfel dispuse, încât să nu existe posibilitatea confuziilor la manevrarea acestuia. Inscricțiunile trebuie să cuprindă cel puțin: denumirea și tipul aparatului, seria și anul fabricației, tensiunea și frecvența nominală de alimentare, numele producătorului.

3.1.5 Rezistența de izolație, măsurată la o tensiune de $500\text{ V} \pm 20\%$, la temperatura și umiditatea relativă de referință, între terminalele cordonului de alimentare de la rețea scurtcircuitate și borna de pământ, trebuie să fie de minimum $50\text{ M}\Omega$.

3.1.6 Izolația între terminalele scurtcircuitate ale cordonului de alimentare de la rețea și borna de pământ trebuie să suporte, timp de un minut, fără a fi străpunsă sau conturnată, o tensiune de încercare alternativă, practic sinusoidală, cu frecvența de $45 \dots 60\text{ Hz}$, având valoarea de $1,5\text{ kV}$.

3.2 Condiții tehnice de funcționare

3.2.1 Condițiile de referință și intervalele de referință în care se determină erorile de măsurare ale multimetrelor digitale sânt cuprinse în tabelul 1.

Tabelul 1

Mărimea de influență	Valoarea de referință	Abaterile admisibile față de valoarea de referință
Temperatura ambiantă	20°C , 23°C , 25°C sau 27°C ; dacă documentația tehnică nu prevede altfel, 20°C	$\pm 1^\circ\text{C}^*$ $\pm 2^\circ\text{C}^{**}$
Presiunea atmosferică	$101,3\text{ kPa}$	$- 2,3\text{ kPa}$
Umiditatea relativă	60%	$\pm 15\%$
Tensiunea de alimentare	valoarea nominală	$\pm 1\%$
Frecvența tensiunii de alimentare	valoarea nominală	$\pm 1\%$
Coeficientul de distorsiune al tensiunii de alimentare	(tensiune sinusoidală)	5%
Câmpuri electrice și electromagnetice exterioare	practic trebuie să lipsească	—
Câmpuri magnetice exterioare (afară de cel terestru)	practic trebuie să lipsească	—

* La aparatele a căror putere absorbită de la rețea este $\leq 50\text{ W}$.

** La aparatele a căror putere absorbită de la rețea este $> 50\text{ W}$.

3.2.2 Eroarea de măsurare a multimetrelor digitale nu trebuie să depășească, în condiții de referință, eroarea de măsurare tolerată, dată în documentația tehnică a aparatului.

3.2.3 Eroarea de măsurare tolerată (e_t) a multimetrelor digitale poate fi exprimată printr-un binom, în modul următor:

a) în procente

$$e_t = \pm \left(e_x + e_c \cdot \frac{V_x}{V_c} \right) \quad (1)$$

sau

$$e_t = \pm \left(e_x + 100 \cdot \frac{V_0}{V_x} \right) \quad (2)$$

b) în unități adimensionale (digiți), sau în unități de măsură ale măsurandului (unități de tensiune, curent, rezistență etc.), rezultată din relațiile (1) și (2) prin înmulțire cu $\frac{V_x}{100}$

$$e_t = \pm (e_x \cdot V_x + e_c \cdot V_c) \cdot \frac{1}{100} \quad (1')$$

sau

$$e_t = \pm \left(e_x \cdot \frac{V_x}{100} + V_0 \right) \quad (2')$$

n care:

e_x eroare raportată la indicația aparatului, exprimată în procente,

e_c eroare raportată la o valoare convențională, care poate fi limita superioară a intervalului de măsurare, exprimată în procente,

V_c valoare convențională, care poate fi limita superioară a intervalului de măsurare, exprimată în unități adimensionale (digiți), sau în unități de măsurare ale măsurandului,

V_x indicația aparatului la care se determină eroarea, exprimată în aceleași unități ca V_c

V_0 valoare de tensiune, curent, rezistență etc., exprimată în aceleași unități ca V_c .

3.2.4 Fluctuația zeroului nu trebuie să depășească valoarea rezoluției multimetrului digital.

3.2.5 Indicația multimetrului digital atunci când bornele de măsurare sunt scurtcircuitate (pentru cele care nu au posibilitatea reglării zeroului electric), nu trebuie să depășească valoarea reprezentată de termenul al doilea al binomului din (1') sau (2').

3.2.6 Valoarea curentului de intrare la măsurarea tensiunilor continue trebuie să fie mai mică sau egală cu cea indicată în documentația tehnică.

3.2.7 Valorile rezistențelor de intrare pe fiecare interval de măsurare a tensiunilor continue trebuie să fie mai mari sau cel mult egale cu cele indicate în documentația tehnică.

4 Metode de verificare

4.1 Verificarea metrologică a multimetrelor digitale în curent continuu constă în:

- verificarea stării generale;
- verificarea funcționării;
- determinarea erorii de măsurare;
- verificarea rezistenței de izolație;
- verificarea rigidității dielectrice;
- verificarea curentului de intrare;
- verificarea rezistenței de intrare.

4.2 Verificarea stării generale

Verificarea stării generale se face vizual. Multimetrele digitale supuse verificării se resping dacă se constată cel puțin una din următoarele defecțiuni:

— prezența unor deteriorări mecanice evidente, de exemplu lipsesc sau sunt rupte elemente de legătură sau manipulare (bornă, comutatoare, dispozitive de reglaj, claviatură, dispozitiv de citire etc.);

— prezența unor corpuri străine sau detașate în interiorul aparatului;

— cordonale de alimentare sau de măsurare sunt defecte.

De asemenea, se verifică inscripționările conform pct. 3.1.4.

4.3 Verificarea funcționării

Verificarea funcționării se face cu scopul constatării unor anomalii sau defecte evidente.

Se pune multimetrul digital în funcțiune conform instrucțiunilor de utilizare.

Se aplică succesiv la intrarea multimetrului digital tensiuni continue pozitive și negative și se verifică corectitudinea afișării semnului.

Se aplică la intrarea multimetrului digital o tensiune continuă, care se reglează lent astfel încât aparatul să afișeze succesiv toate cifrele de la zero pînă la valoarea maximă în intervalul respectiv. Dacă una din cifre nu apare, sau se suprapun mai multe cifre, aparatul se respinge.

4.4 Determinarea erorii de măsurare

Determinarea erorilor de măsurare ale multimetrelor digitale se face în condițiile de referință de la pct. 3.2.1.

Înainte de verificare, multimetrele digitale trebuie să fie ținute cel puțin 4 ore în incinta laboratorului, pentru a prelua temperatura mediului ambiant.

Multimetrele digitale trebuie să fie pregătite în prealabil pentru verificare (încălzire, calibrate etc.) conform instrucțiunilor de utilizare.

Aparatele care funcționează cu cordonale speciale se verifică numai cu acestea.

Filtrul, dacă există, trebuie să fie introdus pentru fiecare interval de măsurare. Dacă filtrul este prevăzut cu mai multe poziții (afară de poziția „scos”), eroarea se determină în poziția în care constanta de timp a elementului de filtrare este mai mică. Pentru celelalte poziții ale comutatorului „filtru”, eroarea

se determină numai într-un punct al intervalului de bază.

Borna „-” (borna *L* sau borna comună) a multimetrului digital trebuie să fie legată la borna „gardă”, dacă aceasta există.

Pentru determinarea erorilor de măsurare se utilizează mijloace și metode de măsurare care îndeplinesc următoarele condiții:

— acoperă toate intervalele de măsurare ale multimetrului digital care se verifică;

— asigură o eroare de cel mult $1/5$ din eroarea de măsurare tolerantă a multimetrului

digital care se verifică; se admite folosirea unor mijloace de măsurare etalon care asigură o eroare chiar mai mare, și anume până la $2/5$ din eroarea de măsurare tolerantă a multimetrului digital care se verifică, dar în acest caz valorile indicate de aceste etaloane vor fi corectate, folosindu-se valorile din certificatele lor de etalonare;

— asigură o rezoluție de $1/10$ din rezoluția multimetrului digital care se verifică.

Mijloacele de măsurare etalon și utilajele folosite, precum și metodele de determinare a erorilor de măsurare sunt date în tabelul 2.

Tabelul 2

Funcția de măsurare a multimetrului digital care se verifică	Metoda de etalonare	Etaloane utilizate	Utilaje folosite
Măsurare tensiune continuă	Comparație directă	a) Voltmetru digital sau compensator de curent continuu cu divizor de tensiune b) Calibrator de tensiune continuă sau compensator de curent continuu utilizat pe funcția de calibrator	Sursă stabilizată reglabilă de tensiune continuă —
Măsurare curent continuu	Comparație directă	Calibrator de curent continuu	Sursă stabilizată reglabilă de curent continuu —
	Comparație indirectă	Voltmetru digital sau compensator de curent continuu asociate cu un rezistor de valoare unică	
Măsurare rezistență	Comparație directă	Rezistoare de valoare unică sau rezistor în decade	—

NOTE:

1. Sursa stabilizată reglabilă de tensiune sau curent continuu folosită ca utilaj trebuie să îndeplinească următoarele condiții:

— să permită un reglaj fin al tensiunii sau curentului ($1/10$ din rezoluția aparatului care se verifică);

— instabilitatea sa să nu depășească timp de minimum 3 minute $1/10$ din eroarea tolerantă a aparatului care se verifică.

2. La verificarea metrologică a multimetrelor de precizie, în special în cazul tensiunilor mici, este necesar să se acorde o atenție deosebită conectării acestora la calibratorul de tensiune etalon, astfel încât să fie reduse erorile datorate tensiunilor perurbatoare de mod comun. În acest caz, conectarea aparatului care se verifică, se face conform indicațiilor din documentația tehnică. În lipsa acestor indicații, conectarea se va face ca în figura 1 a și b.

Determinarea erorii de măsurare se face pe toate intervalele de măsurare.

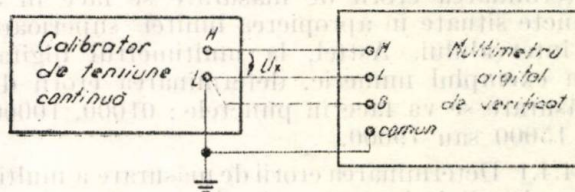
Pe intervalul de bază, determinarea erorii de măsurare se face:

a) pe polaritatea „+”.

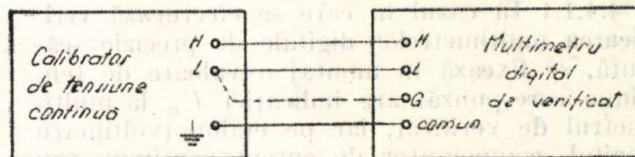
— pe fiecare ordin de mărime zecimal, la 5 valori numerice uniform repartizate pe acesta;

— în punctul limitei superioare a intervalului de măsurare sau în imediata sa vecinătate;

— în 5 puncte situate în apropierea limitei superioare a intervalului de măsurare, la granița trecerii de la valoarea conținând cifrele 9 la valoarea conținând cifrele 0 (în exemplul



a) calibrator cu o bornă la masă



b) calibrator cu borne flutante

Fig. 1

care urmează, acestea sunt: 07999, 08000, 08999, 18999, 19000),

b) pe polaritatea „-”, în 3 puncte: la începutul, mijlocul și sfârșitul intervalului de măsurare.

De regulă, intervalul de bază este intervalul, pe funcția de măsurare a tensiunii continue, pe care se face calibrarea, sau intervalul care

asigură precizia cea mai mare, sau intervalul cel mai mare pe care rezistența de intrare este de valoare relativ mare (de regulă minimum 7 GΩ).

Exemplu numeric: la un multimetru digital cu 4 1/2 digiți, pe intervalul de bază de 2 V (având ca limită superioară valoarea 19999) determinarea erorii de măsurare se va face în punctele:

	-00010			-10000
00001	00010	00100	01000	10000
00003	00030	00300	03000	
00005	00050	00500	05000	
00007	00070	00700	07000	
			07999	18999
			08000	19000
			08999	
00009	00090	00900	09000	19990
				-19990.

Pe celelalte intervale de măsurare a tensiunii, eroarea de măsurare se determină în 3 puncte situate în apropierea limitei superioare a intervalului, pe polaritatea „+”. Astfel, la multimetrul digital din exemplul numeric, determinarea erorii de măsurare pe celelalte intervale se va face în punctele: 01000, 10000 și 19990.

Pe toate intervalele de măsurare a curentului continuu, eroarea de măsurare se determină de asemenea în 3 puncte, aceleași ca mai sus.

Pe toate intervalele de măsurare a rezistenței, determinarea erorii de măsurare se face în 3 puncte situate în apropierea limitei superioare a intervalului. Astfel, la multimetrul digital din exemplul numeric, determinarea erorii de măsurare se va face în punctele: 01000, 10000 și 15000 sau 19000.

4.4.1 Determinarea erorii de măsurare a multimetrelor digitale pe funcția de măsurare a tensiunii continue se face prin comparație directă, utilizând montajele din figura 2a, b, c.

4.4.1.1 În cazul în care se efectuează **verificarea** multimetrelor digitale de precizie scăzută, se fixează în montaj o valoare de tensiune corespunzătoare indicației U_m la multimetrul de verificat, iar pe etalon (voltmetru digital, compensator de curent continuu, sau calibrator de tensiune continuă) se citește valoarea (convențională) adevărată U a tensiunii în punctul respectiv. Eroarea de măsurare este dată în acest caz de relația:

$$\Delta = U_m - U \quad (3)$$

Eroarea de măsurare, determinată cu relația (3), nu trebuie să depășească valoarea erorii de măsurare tolerate, conform pct. 3.2.2.

4.4.1.2 În cazul în care se efectuează **etalonarea** multimetrelor digitale de precizie ridicată, se crește tensiunea în montaj până la apariția pe aparatul de verificat a valorii ime-

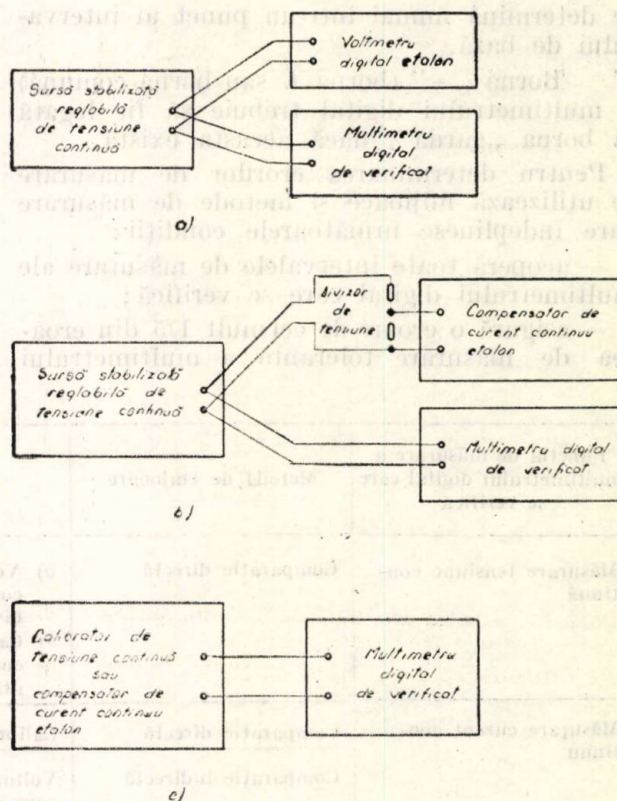


Fig. 2

diat inferioare indicației acestuia în punctul verificat și se notează tensiunea indicată de etalon cu U_1 . Se determină apoi tensiunea U_2 indicată de etalon, corespunzătoare apariției valorii imediat superioare indicației aparatului în punctul verificat, prin descrescerea tensiunii în montaj.

Erorile de măsurare, determinate cu relațiile:

$$\Delta_1 = U_m - U_1 \text{ și } \Delta_2 = U_m - U_2 \quad (4)$$

în care:

U_m indicația aparatului în punctul verificat, ce nu trebuie să depășească valoarea erorii de măsurare tolerate, conform pct. 3.2.2.

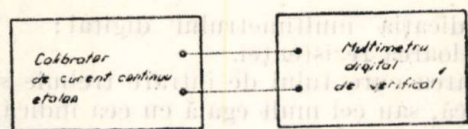
Eroarea de măsurare și valoarea (convențional) adevărată a tensiunii în punctul respectiv sunt date de relațiile:

$$\Delta = \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \text{ și } U = \frac{U_1 + U_2}{2} \quad (5)$$

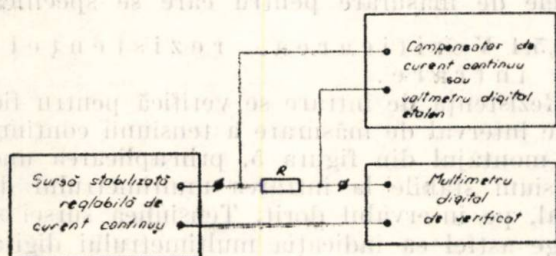
4.4.2 Determinarea erorii de măsurare a multimetrelor digitale pe funcția de măsurare a curentului continuu se face prin comparație directă sau indirectă, utilizând montajele din figura 3a, b.

În montajul din fig. 3b, R este un rezistor de valoare unică (cu certificat de etalonare), care se alege astfel încât:

— la trecerea curentului care se măsoară (egal cu limita superioară a intervalului de măsurare al multimetrului), căderea de tensiune pe rezistor să fie mai mică sau cel mult



a) comparatie directa



b) comparatie indirecta

Fig. 3

egală cu limita de măsurare a compensatorului sau voltmetrului digital etalon;

— curentul care se măsoară să fie mai mic decât curentul maxim suportat de rezistorul de valoare unică, curentul maxim suportat de rezistor se determină din puterea maximă disipată, cu relația:

$$I_{max} = \sqrt{\frac{P_{max}}{R}} \quad (6),$$

în care:

I_{max} valoarea curentului maximal rezistorului;

P_{max} puterea maximă disipată de rezistor;

R valoarea rezistenței rezistorului.

NOTĂ. În cazul utilizării voltmetrului digital etalon în montajul din fig. 3 b, se va avea în vedere că apare o eroare suplimentară:

$$\epsilon(\%) = 100 \frac{R}{R_e} \quad (7).$$

în care:

R valoarea rezistorului de valoare unică,

R_e rezistența de intrare a voltmetrului digital.

Pentru diminuarea acestei erori suplimentare se impune folosirea voltmetrului digital pe intervalul de măsurare care are rezistența de intrare suficient de mare (de obicei intervalul cel mai mic).

4.4.2.1 În cazul în care se efectuează **verificarea** multimetrelor digitale de precizie scăzută, se stabilește în montaj o valoare de curent corespunzătoare indicației I_m la multimetru digital de verificat, iar pe mijlocul de măsurare etalon se citește:

— valoarea (convențional) adevărată I a curentului în punctul respectiv, în cazul utilizării montajului din fig. 3 a;

— valoarea U a căderii de tensiune pe rezistorul R , în cazul utilizării montajului din fig. 3 b; în acest caz, valoarea (convențional) adevărată a curentului în punctul respectiv, este dată de relația:

$$I = \frac{U}{R} \quad (8),$$

în care:

R valoarea (convențional) adevărată a rezistorului de valoare unică.

Eroarea de măsurare a multimetrelor digitale este dată de relația

$$\Delta = I_m - I \quad (9).$$

Eroarea de măsurare, determinată cu relația (9), nu trebuie să depășească valoarea erorii de măsurare tolerate, conform pet. 3.2.2.

4.4.2.2 În cazul în care se efectuează **etalonarea** multimetrelor digitale de precizie ridicată, se procedează astfel:

a) Dacă se utilizează montajul din fig. 3 a, se crește curentul până la apariția pe aparatul de verificat a valorii imediat inferioare indicației acestuia în punctul verificat și se notează curentul indicat de etalon cu I_1 . Se determină apoi curentul I_2 indicat de etalon, corespunzător apariției valorii imediat superioare indicației aparatului în punctul verificat, prin descreșterea curentului în montaj.

b) Dacă se utilizează montajul din fig. 3 b, se procedează la fel, dar în acest caz etalonul va indica valorile U_1 și U_2 ale căderilor de tensiune pe rezistorul R , corespunzătoare apariției pe aparatul de verificat a valorilor imediat inferioare, respectiv superioare indicației acestuia în punctul verificat. În acest caz, valorile curentilor I_1 și I_2 sunt date de relațiile:

$$I_1 = \frac{U_1}{R} \text{ și } I_2 = \frac{U_2}{R} \quad (10)$$

În ambele cazuri (a și b), erorile de măsurare se determină cu relațiile:

$$\Delta_1 = I_m - I_1 \text{ și } \Delta_2 = I_m - I_2 \quad (11)$$

în care:

I_m indicația aparatului în punctul verificat.

Erorile de măsurare, determinate astfel, nu trebuie să depășească valoarea erorii de măsurare tolerate, conform pet. 3.2.2.

Eroarea de măsurare și valoarea (convențional) adevărată a curentului în punctul respectiv sunt date de relațiile:

$$\Delta = \frac{\Delta_1 + \Delta_2}{2} \text{ și } I = \frac{I_1 + I_2}{2} \quad (12)$$

4.4.3 Determinarea erorii de măsurare a multimetrelor digitale pe funcția de măsurare a rezistenței

Se conectează, la bornele de măsurare ale multimetrelor digitale care se verifică, un rezistor de valoare unică sau un rezistor în decade și se notează cu R_m valoarea indicată de acesta.

Eroarea de măsurare este dată de relația:

$$\Delta = R_m - R \quad (13),$$

în care:

R valoarea (convențional) adevărată a rezistenței rezistorului de valoare unică sau rezistorului în decade.

Eroarea de măsurare determinată cu relația (13) nu trebuie să depășească eroarea de măsurare tolerată, conform pct. 3.2.2.

4.5 Verificarea rezistenței de izolație, a rigidității dielectrice, a curentului și a rezistenței de intrare se efectuează numai la multimetrele digitale nou construite sau reparate.

4.5.1 Verificarea rezistenței de izolație

Rezistența de izolație se verifică cu un megohmmetru de 500 V și trebuie să corespundă condiției tehnice 3.1.5.

4.5.2 Verificarea rigidității dielectrice.

Verificarea rigidității dielectrice se face conform standardului de ramură, sau altei documentații tehnice a aparatului.

Dacă documentația tehnică a aparatului nu prevede altfel, verificarea rigidității dielectrice se face cu ajutorul unei instalații de înaltă tensiune, reglabilă, având o putere de cel puțin 0,5 kW pentru fiecare 1 kV tensiune de încercare. Tensiunea de încercare trebuie să fie alternativă, sinusoidală, cu frecvența de 45...60 Hz.

Tensiunea se aplică progresiv, pornind de la zero, cu creștere uniformă de 100 V/s până la valoarea tensiunii de încercare; conform pct. 3.1.6, se menține timp de 1 minut la această valoare, după care descreșterea se face de asemenea lent.

4.5.3 Verificarea curentului de intrare

Curentul de intrare se determină, pe funcția de măsurare a tensiunii continue, cu montajul din figura 4, în care R este un rezistor ecranat cu valoarea de 1 M Ω sau 10 M Ω , iar C este un condensator cu valoarea de 0,1...1 μ F, introdus în paralel pe R , pentru reducerea eventualelor tensiuni perturbatoare.

Se fixează comutatorul intervalelor de măsurare pe intervalul cel mai mic, iar comutatorul „filtru” (dacă există) pe cel mai bun filtru. Se scartează bornele de intrare ale multimetrului cu ajutorul comutatorului K și se reglează poziția de zero.

Se deschide comutatorul K , conectându-se astfel rezistorul R la bornele de intrare ale multimetrului digital.

Curentul de intrare este dat de relația:

$$I_0 = \frac{U}{R} \quad (14),$$

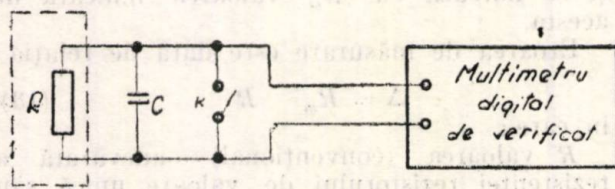


Fig. 4

în care:

U indicația multimetrului digital;

R valoarea rezistenței.

Valoarea curentului de intrare trebuie să fie mai mică, sau cel mult egală cu cea indicată în documentația tehnică.

Curentul de intrare se verifică pe toate intervalele de măsurare pentru care se specifică.

4.5.4 Verificarea rezistenței de intrare.

Rezistența de intrare se verifică pentru fiecare interval de măsurare a tensiunii continue cu montajul din figura 5, prin aplicarea unei tensiuni stabile la intrarea multimetrului digital, pe intervalul dorit. Tensiunea sursei se alege astfel ca indicația multimetrului digital să fie apropiată de limita superioară a intervalului de măsurare.

Rezistența de intrare se determină cu relația:

$$R_i = \frac{RU_2}{U_1 - U_2 + RI_0} \quad (15)$$

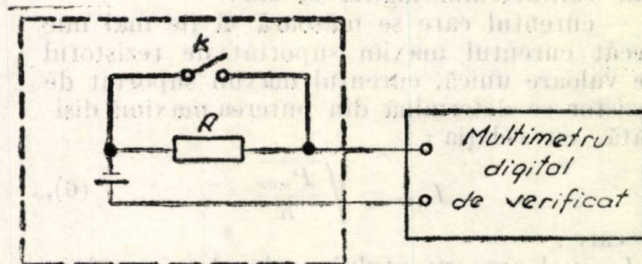


Fig. 5

în care:

U_1 și U_2 indicațiile multimetrului digital cu întrerupătorul K închis, respectiv deschis;

I_0 curentul de intrare.

Valorile rezistențelor de intrare trebuie să fie mai mari sau cel puțin egale cu cele indicate în documentația tehnică.

5 Marcare

5.1 Multimetrele digitale, care corespund tuturor condițiilor tehnice stabilite prin prezenta normă tehnică de metrologie, se declară admise la verificare și se marchează cu marca metrologică de verificare, putând fi utilizate legal.

Multimetrele digitale care nu corespund uneia sau mai multor condiții tehnice din prezenta normă tehnică de metrologie se declară respinse, nu se marchează, utilizarea lor fiind interzisă.

5.2 Pentru fiecare multimetru digital supus verificării metrologice se va emite un buletin de verificare metrologică, care va conține:

- decizia „admis” sau „respins”;
- denumirea aparatului, tipul, seria, caracteristicile tehnice principale și numele producătorului;
- condițiile tehnice la care nu a corespuns, în cazul în care aparatul este respins la verificarea metrologică.



Șos. Vitan-Bîrzești 11

București 75669

România

Tel: (400) 6343520

Fax: (400) 6346585

Telex: 11871 inmb r

pH-metru DIGITAL tip pH.D. 101

Este un aparat de laborator care, împreună cu o pereche de electrozi de măsurare și de referință, servește la măsurarea pH-ului soluțiilor apoase. Mărimea măsurată este afișată cu 4 cifre, cu indicarea virgulei și a unității de măsură.

DESCRIERE

Principiul de măsurare a pH-metrului constă în determinarea tensiunii electromotoare care apare între cei doi electrozi ai celulei de măsurare, imersați în soluția al cărui pH se măsoară.

Aparatul îndeplinește următoarele funcții:

1. Măsurarea pH-ului în intervalul 0,00 ... 14,00 pH
2. Măsurarea tensiunii în intervalul: -1000 ... 1000 mV
3. Măsurarea temperaturii în intervalul: 0 ... 150°C

pH-metrul este compus dintr-un amplificator diferențial cu tranzistoare cu efect de câmp care formează un repetor, cu o bună liniaritate și stabilitate a amplificării, precum și o impedanță mare de intrare. Este echipat cu un potențiomtru care servește pentru compensarea potențialului de aximetrie al electrozilor, iar alt potențiomtru servește la modificarea sensibilității aparatului (panta electrodului) în funcție de sensibilitatea diverselor tipuri de electrozi conectați la intrare. De asemenea, există posibilitatea modificării sensibilității în funcție de temperatura de lucru.

CARACTERISTICI GENERALE

Intervalul de măsurare:	al pH-ului:	0,00 ... 14,00 pH
	al tensiunii:	-1000 ... 1000 mV
	al temperaturii:	0 ... 150°C
Rezoluția:	pH:	0,01 pH
	mV:	1 mV
Eroarea de bază:	temperatura:	0,1 °C
	pH:	$\pm 0,01 \text{ pH} \pm 2 \text{ digit}$
	mV:	$1 \text{ mV} \pm 2 \text{ digit}$
	temperatura:	$\pm 0,5 \text{ °C} \pm 2 \text{ digit}$

Afișarea digitală cu 4 cifre cu indicarea virgulei zecimale.

Impedanța de intrare mai mare de 10^{12} ohmi

Intervalul de compensare a efectului de temperatură 0 ... 50°C.

Tensiunea de alimentare: 220 V $\pm 10\%$, iar frecvența 50 Hz $\pm 5\%$

Aparatul se livrează împreună cu:

- o pereche de electrozi de pH;
- un traductor de Pt 100, care este conectat cu un cablu special pe panoul aparatului.

La cererea beneficiarului, suplimentar, se poate adăuga o ieșire de semnal unificat sau interfață încorporată.

NOU!

pH-metru-TERMOMETRU DIGITAL PORTABIL — TRIM. III. 1993

CONDUCTOMETRU-TERMOMETRU DIGITAL PORTABIL — TRIM. IV. 1993

REȚINEȚI! : PENTRU TIPURILE DE CONDUCTOMETRE—TERMOMETRE ȘI
pH-METRE — TERMOMETRE DIGITALE — DE LABORATOR SAU PORTABILE,
ADRESAȚI-VĂ LA : INM TELEFON 6344030/196.

CONDUCTOMETRU DIGITAL

tip GD 1.05

Este un aparat de laborator care împreună cu o celulă de conductivitate servește la măsurarea conductivității electrolitice a soluțiilor apoase și neapoase. Mărimea măsurată este afișată cu 4 cifre, cu indicarea virgulei, a unității de măsură și cu semnalizarea depășirii intervalului de măsurare.

DESCRIERE

1994 JUN 16

Aparatul îndeplinește următoarele funcții:

1. Măsurarea conductivității în intervalul 0 ... 500 mS/cm în 6 subintervale de măsurare.
2. Măsurarea temperaturii în intervalul 0 ... 60°C. Măsurarea conductivității se face în curent alternativ, la două frecvențe de lucru selectate automat în funcție de valoarea conductivității măsurate. Aparatul este dotat cu un etaj de corecție automată a variației conductivității cu temperatura care se realizează în intervalul 0 ... 100 °C pentru coeficientul de temperatură 0 ... 10%/grad C.

CARACTERISTICI GENERALE

Intervalul de măsurare a conductivității: 0 ... 500 mS/cm cu 6 subintervale:

5 ... 50 ... 500 μS/cm

5 ... 50 ... 500 mS/cm

Eroarea de bază: $\pm 0,5\%$

Alegerea constantei celulei de măsurare 0 ... 10

Compensarea automată a efectului de temperatură în intervalul 0 ... 100°C

Coeficient de temperatură 0 ... 10%/°C

Posibilitatea măsurării temperaturii în intervalul 0 ... 60°C cu o eroare de 0,5°C.

Afișarea digitală cu 4 cifre și indicarea virgulei zecimale

Tensiunea de alimentare: 220 V $\pm 10\%$, cu frecvența de 50 Hz $\pm 5\%$

Putere constantă: max. 25VA

Dimensiuni și masă:

- lățime: 315 mm
- înălțime: 160 mm
- adâncime: 305 mm
- masă: 2,5 kg

Aparatul se livrează împreună cu:

- 1) Celulă de măsurare a conductivității care este construită din sticlă cu electrozi din platină platinată. Constanta celulei este în jur de $1 \pm 0,5$ iar dimensiunile celulei sunt:

$$L = 140 \pm 5 \text{ mm}$$

$$\varnothing = 15 \pm 2 \text{ mm}$$

- 2) Traductorul de temperatură este Pt 100TTR 07.2.01 35.781, care este conectat cu un cablu special pe panoul spate al aparatului

La cererea beneficiarului, suplimentar,

- se pot construi variante destinate unor intervale restrânse de măsurare;
- se poate adăuga o ieșire în semnul unificat.

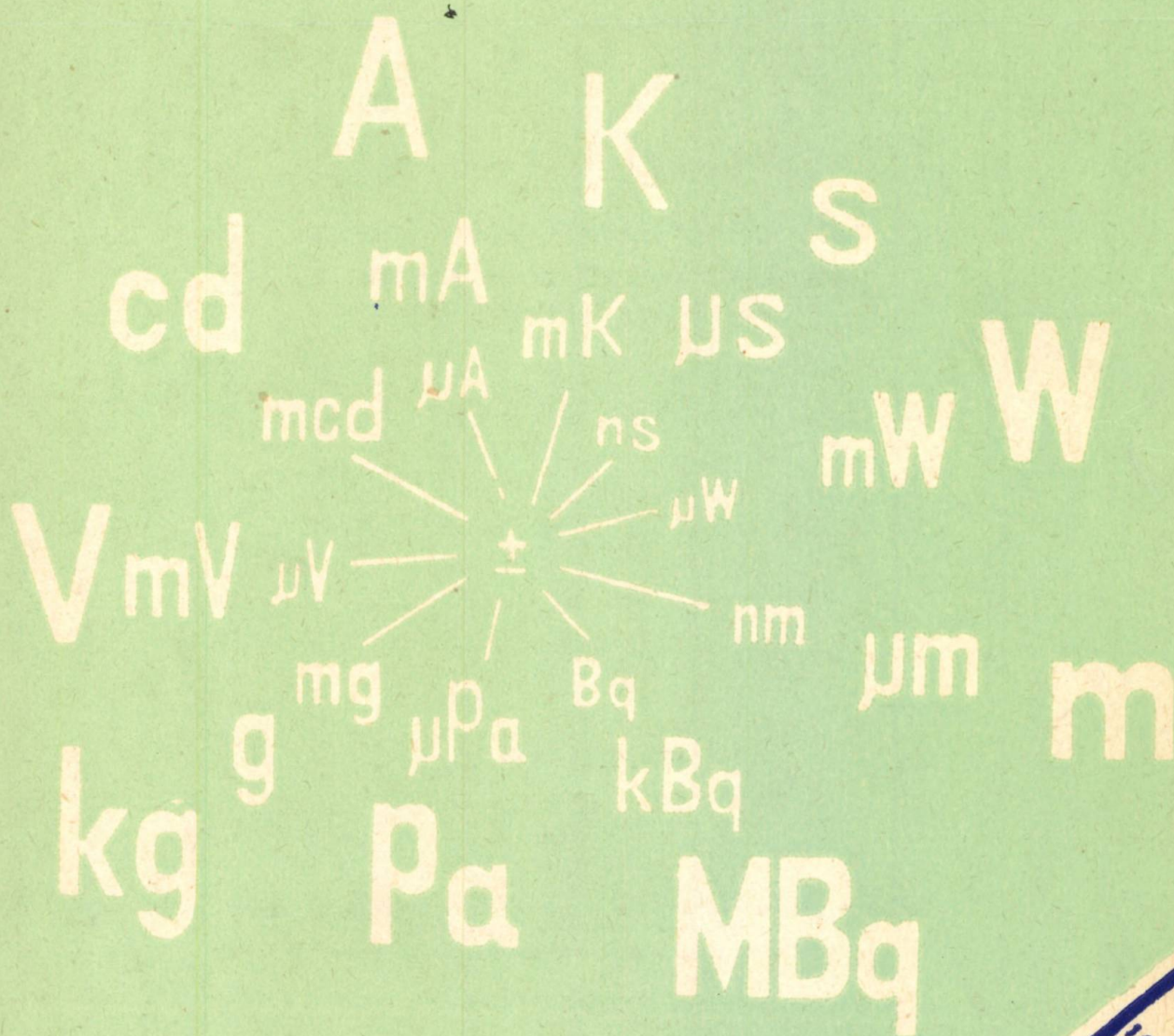
Lei 150

E 8225

INM

Nr. 3/1993

metrologie



serie nouă

SUMMARY		SOMMAIRE	
<i>PAUL DÂRVARIU</i> : Legal Metrology and the Market Economy (II)	98	<i>PAUL DÂRVARIU</i> : La métrologie légale et l'économie de marché (II)	98
<i>DRAGOȘ BOICIUC</i> : The Use of Lasers in Length Metrology (II). Laser Radiation properties Used in Length Metrology	100	<i>DRAGOȘ BOICIUC</i> : L'utilisation des lasers la métrologie des longueurs (II)	100
<i>MIHAI ANTONIU</i> , u.a. Conductometric Humidity Meters for the Textiles Industry	105	<i>MIHAI ANTONIU</i> , e.a. Humidimètres conductométriques pour l'industrie textile	105
INFORMATION OFFICIAL PART		INFORMATIONS PARTIE OFFICIELLE	
* * * Measuring Instruments for the Public Domain for which Pattern Approval Was Granted During 1992	117	* * * Instruments de mesure pour le domaine public qui ont obtenu approbation de modèle en 1992	117

REDACȚIA ȘI ADMINISTRAȚIA

INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE

Șos Vitan-Bîrzești nr. 11, tel. 6342060 și
344030/191; București; 75669

ISSN 1220—546 X

Cererile pentru abonamente vor fi adresate redacției în contul
309800201 BCR, filiala sector 4.
Costul unui abonament anual este 600 lei.



Cititorii din străinătate pot contracta abonamente prin: ILEXIM
— Departamentul export-import presă, București, str. Decembrie nr. 3
P.O.B. 146—137 Telex 12226



Cererile pentru reclame în revistă vor fi înaintate redacției.

METROLOGIE



Publicație tehnico-stiințifică

editată de

INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE

SUMAR

PAUL DĂRVARIU : Metrologia legală și economia de piață (II) 98

DRAGOȘ BOICIUC : Laserul în metrologia lungimilor (II). Proprietățile radiației laser utilizate în metrologia lungimilor 100

MIHAI ANTONIU ș.a. : Umidimetre conductometrice pentru industria textilă. 105

INFORMAȚII

PARTEA OFICIALĂ

* * * Mijloace de măsurare din domeniile de interes public cărora li s-a acordat aprobare de model în anul 1992 117

* *

Colectivul de redacție : fiz. Dragoș Boiciuc, Viorica Burciu (*secretar de redacție*), ing. chim. Mirela Buzoianu, ing. Gabriel Iordăchescu, fiz. Gheorghe Ispășoiu, dr. ing. Aurel Millea (*redactor responsabil*), ing. Ionel Urdea.

Metrologia legală și economia de piață (II)

PAUL DÂRVARIU*

CONTORIZAREA ENERGIEI TERMICE — O PROBLEMĂ ECONOMICĂ ȘI SOCIALĂ „FIERBINTE”

Abstract: *Following the introduction of the main principles of legal metrology within the market economy framework in the paper published in the previous issue, a detailed discussion of these principles is presented together with the author's opinion concerning the metering of thermal energy for public use. The main technical and metrological requirements for a modern thermal energy meter are also discussed.*

Résumé: *Suite à l'exposé des principes généraux de l'activité de métrologie légale dans les conditions spécifiques de l'économie de marché, qu'on a fait dans l'article du numéro précédent, on discute ici en détail ces principes. On présente quelques opinions de l'auteur sur le mesurage de l'énergie thermique livrée à la population. Les principales conditions techniques et métrologiques, qu'un compteur moderne d'énergie thermique doit accomplir, sont aussi présentées.*

Efectele spectaculoaselor mutații din viața economică și socială românească s-au propagat și în domeniul cu adevărat „fierbinte” al producției, distribuției și consumului de energie. Se pare că mai mult decât în orice alt domeniu, absența sau incorectitudinea măsurării energiei pot avea cele mai neașteptate efecte economice, sociale sau chiar politice.

Implicațiile economice rezultă din sumele uriașe cheltuite pentru achiziționarea (de cele mai multe ori din import), a combustibililor sau pentru plata, de către consumatori, a facturilor energetice. Există ramuri industriale în care energia consumată se regăsește cu o mare pondere în prețul de cost al produselor. Nu întâmplător neachitarea la timp a facturilor energetice este una din cauzele blocajului economic cu care se confruntă multe societăți comerciale. Pentru populație, efectele economice și sociale ale creșterii prețului energiei se propagă atât direct (prin majorarea lună de lună a facturilor și cotelor de întreținere) cât și indirect, prin scumpirea bunurilor de consum. Dacă în ce privește contorizarea energiei electrice lucrurile stau în general bine, nu același lucru se poate spune despre contorizarea energiei termice. Primăriile, regiile de distribuție, ziarele, primesc un număr important de reclamații pri-

vind modul uneori aberant în care se distribuie și se facturează energia termică la populație. La rândul său, Biroul Român de Metrologie Legală este permanent consultat în legătură cu situația aprobărilor de model acordate. De multe ori ni se cere să recomandăm tipurile constructive cele mai potrivite pentru utilizarea în relațiile dintre regiile de distribuție și consumatori. Deși justificate, aceste solicitări nu pot primi răspunsul așteptat, deoarece Biroul Român de Metrologie Legală, în virtutea statutului său de imparțialitate, nu are dreptul să facă publice opinii privind calitatea și fiabilitatea mijloacelor de măsurare cărora li se acordă sau nu li se acordă aprobarea de model. Reamintim că aprobarea de model confirmă doar încadrarea în condițiile tehnice impuse de reglementările metrologice naționale și internaționale, conferind posesorului dreptul de a produce sau importa tipul de mijloc de măsurare respectiv și de a prezenta fiecare exemplar la verificarea metrologică inițială. Orice judecată de valoare cu privire la tipurile concrete de mijloace de măsurare încercate, poate provoca avantaje sau prejudicii unor firme sau persoane, alterând relațiile specifice economiei de piață.

Fiind vorba, însă, despre un domeniu în care instituția noastră este obligată să-și exercite funcția de protecție împotriva efectului nociv al măsurărilor incorecte sau false, câteva precizări privind contorizarea energiei termice distribuite populației se impun:

1. Energia termică este o mărime fizică derivată care depinde în principal de cantitatea de fluid energetic vehiculată și de diferența dintre temperaturile măsurate „la intrarea” și „la ieșirea” schimbătorului de căldură. Pentru consumator „cantitatea de căldură” este, totuși, o noțiune ambiguă, el fiind interesat numai de obținerea unui confort termic ridicat, cu cheltuieli cât mai mici. În fapt, același MJ care încălzește un radiator de la 10°C la 15°C va fi „perceput” diferit de aceeași persoană dacă transferul energetic se va produce între 20°C și 25°C. Și totuși se va plăti aceeași sumă în ambele situații.

Tocmai această percepție „subiectivă” a „cantității de căldură” determină una din dificultățile contorizării; dificultate care conduce la observația următoare:

* Biroul Român de Metrologie Legală, B-dul N. Bălcescu nr. 21, București.

2. O contorizare a energiei termice, chiar foarte bine realizată, nu își va atinge scopul social dacă nu va fi însoțită de respectarea riguroasă a unui număr minim de condiții calitative privind livrarea. Debitul și temperatura minimă pe conducta de retur, presiunea fluidul etc. sunt numai câțiva parametri calitativi care nu trebuie să lipsească din contracte. Evident, este de dorit ca instalațiile să dispună și de mijloacele tehnice de înregistrare a acestor parametri;

3. Contorizarea nu „produce” energie termică ci doar instituie un regim de echitate într-un domeniu în care ar dicta, altfel, arbitriul. În lipsa unor măsuri tehnice și organizatorice care să conducă la îmbunătățirea randamentelor în fazele de producție și distribuție, la reducerea pierderilor și la echilibrarea consumurilor, generalizarea contorizării ar realiza numai împărțirea egală a deficitului și nu optimizarea dorită a relației distribuitor-utilizator. Ideal ar fi dacă, prin contorizare, s-ar ajunge, în condițiile unui excedent de energie termică, la necesitatea reglării „prin reducere” a consumului;

4. Pe tot lanțul producător-distribuitor-consumator, prioritară trebuie să fie contorizarea la consumatorul direct. Numai o asemenea abordare ar determina distribuitorul să-și reducă pierderile pe rețea și producătorul să-și mărească randamentele; o ordine inversă a priorităților nu ar fi în favoarea consumatorului căci distribuitorul va rezista greu tentației de a-și acoperi pierderile prin preț, renunțând, cu justificările de rigoare, la o cheltuială neproductivă din punctul său de vedere.

5. Se știe că generalizarea contorizării energiei termice este o acțiune care presupune cheltuieli uriașe eșalonate pe cel puțin 4—5 ani. În aceste condiții, apar riscurile unei desfășurări haotice a acțiunii, cu consecințe economice și sociale imprevizibile. O abordare sistematică a contorizării (pe magistrale, cartiere, orașe etc.), astfel încât în orice moment să se poată face evaluări cantitative și comparații între costurile și nivelurile de confort termic în situații similare, ar fi soluția optimă.

6. Contorizarea energiei termice nu poate fi concepută fără o corelare cu celelalte contorizări: gaze, apă etc. În condițiile contorizării riguroase a energiei termice, soluția încălzirii cu sobe de gaz metan improvizate ar fi la îndemâna multor locatari de blocuri.

7. În paralel cu generalizarea contorizării la nivel de bloc, scară etc., se impune introducerea sistemului de repartizare a cheltuielilor de încălzire pe fiecare apartament, prin utilizarea unor repartitoare simple, aflate sub supravegherea asociațiilor de locatari. Acțiunea ar fi o adevărată lovitură dată mentalității consumului „la comun”, generatoare de pagube și conflicte sociale.

8. O campanie publicitară care să informeze corect și decent consumatorii cu privire la avantajele contorizării ar fi necesară și benefică.

„Portretul robot” al unui contor modern de energie termică

Fără a descrie un anumit tip constructiv, vom prezenta în continuare câteva condiții tehnice și metrologice pe care trebuie să le îndeplinească un contor destinat utilizării în scopul decontării energiei termice livrate populației:

- stabilitate a caracteristicilor în timp și rezistență la componenta fizică și chimică a agentului termic;

- construcție simplă și robustă, realizată cu materiale rezistente la coroziunea și uzura la care sunt supuse în condițiile de utilizare (trebuie avută în vedere posibilitatea instalării în subsoluri umede, neîncălzite și neventilate);

- soluție „flexibilă” care să permită inter-schimbabilitatea părților componente (traductor de debit, sonde de temperatură, calculator); pot fi considerate optime, realizările care permit utilizarea aceluiași calculator cu o gamă foarte largă de traductoare;

- supraveghere și întreținere operativă;
- verificare metrologică facială, (este preferabilă verificarea prin simulare a părților componente);

- intervale largi ale mărimilor de intrare (valorile minime reglementate sunt 1:10 pentru rapoartele debitelor și diferențelor de temperatură tur-retur și de 30°C pentru intervalul temperaturii agentului termic);

- valori mici ale diferenței de temperatură minime între tur și retur (valoarea minimă reglementată: 10°C);
- valoare optimă a raportului între preț și exactitate; precizăm că în cele mai multe dintre țările europene se utilizează contoare clasă 4 și 5 (conform OIML — RI 75);

- posibilități largi de afișare a mai multor valori (energie termică, volum, diferență de temperatură, debit, putere termică, temperaturi pe tur și retur etc.);

- posibilități de semnalizare automată a greșelilor;

- memorie nevolatilă pentru valorile măsurate și parametrii programați, chiar și în cazul defectării alimentării electrice;

- insensibilitate la posibilele intervenții frauduloase (sigilări, coduri confidențiale etc.);

- posibilități de transmitere la distanță a datelor curente și de prelucrare pe calculator a informațiilor.

În condițiile permanentei ascensiuni a nivelului tehnic mondial, apar mereu noi tipuri constructive, din ce în ce mai performante. Prin urmare, enumerarea de mai sus nu poate fi considerată exhaustivă.

Încercări metrologice

În vederea aprobării modelului, contoarele de energie termică se supun încercărilor în conformitate cu prevederile recomandării internaționale OIML — RI 75. În cazul când traducătorul de debit este un contor de apă caldă, acesta trebuie să aibă, la rândul său, aprobare de model. La fel se pune problema și pentru calculatorul electronic echipat cu sonde de temperatură. Aprobarea de model pentru ansamblul contor de energie termică (apometru-calculator-sonde de temperatură) se referă la toate

configurațiile de echipare posibile (de exemplu un singur calculator cuplat cu mai multe tipodimensiuni de contoare de apă caldă).

BIBLIOGRAFIE

- [1] Ordonanța Guvernului României nr. 20/92, privind activitatea de metrologie.
- [2] Hotărârea Guvernului nr. 481/92 privind organizarea și funcționarea Biroului Român de Metrologie Legală.
- [3] Internațional recommendation OIML R 75 — Heat meters.
- [4] Norma tehnică de metrologie NTM 3-159-83, Verificarea metrologică a contoarelor de energie termică.

Laserul în metrologia lungimilor (II) Proprietățile radiației laser utilizate în metrologia lungimilor

DRAGOȘ BOICIUC*

Abstract: *The paper is part of a series of papers dealing with aspects of the use of lasers in length metrology. It depicts the properties of laser radiation used in length metrology.*

Résumé: *Cet article fait partie d'une série d'articles concernant l'utilisation des lasers dans la métrologie des longueurs. L'article discute les propriétés de la radiation laser utilisées dans la métrologie des longueurs.*

Proprietățile speciale ale radiațiilor electromagnetice emise de lasere se datorează faptului că toți fotonii produși prin emisia indusă pleacă de la același foton inițial și aparțin aceleiași mod de unde staționare, care, în conformitate cu teoria clasică a electromagnetismului, pot fi reproduse prin relația vectorială:

$$\vec{E} = \vec{E}_0 \cos \omega t \quad (1)$$

unde:

$\omega = 2\pi\nu$ pulsația câmpului electric oscilant;

$\vec{E}_0$ amplitudinea vectorială a câmpului electric.

În radiațiile emise de sursele spectrale ordinare, din contră, nu există niciodată mai mult de un foton pe mod, adică fiecare foton de emisie spontană este descris de o undă diferită de a celorlalți [1; 3].

Proprietățile radiațiilor electromagnetice emise de laseri decurg din faptul că radiația emisă este o radiație stimulată și de aici rezultă și proprietățile specifice în ce privește coerența, monocromaticitatea, direcționalitatea și intensitatea radiației.

În cazul rezonatorilor optici, distribuția câmpului electromagnetic în lungul secțiunii transversale este definită, ca și în cazul cavităților rezonante din microunde, de modurile transversale notate simbolic cu TEM_{1p} .

Cum într-o cavitate unde staționare formate determină ca în lungimea L a cavității să existe un multiplu întreg q de semilungimi de undă definind astfel un mod de ordin q , modul longitudinal și transversal caracteristic câmpului staționar din cavitate se exprimă prin TEM_{1pq} .

Dintre toate modurile transversale, prezintă un interes deosebit modul pentru care:

$$1 = p = 0.$$

Acest mod se notează TEM_{00} și este definit mod fundamental sau unifază. Distribuția în-

* Institutul Național de Metrologie, Șoseaua Vitan Bîrzești nr.11, sector 4, București.

tensității, în cazul modului fundamental, este de tip gaussian, ea putând fi exprimată prin relația :

$$I(r) = I_0 e^{-\frac{2r^2}{w^2}} \tag{2}$$

unde :

- I_0 intensitatea la centrul modului (axa optică a laserului);
- r distanța față de centru a unui punct din planul transversal;
- w valoarea lui r pentru care intensitatea I scade cu $\frac{1}{e}$ față de valoarea I_0 de la centru.

Una din proprietățile modului fundamental este inexistența schimbării de fază de-a lungul frontului său de undă (proprietate esențială în aplicațiile interferometrice și holografice) și divergența unghiulară minimă a fascicolului (proprietate importantă în propagarea la distanțe mari a fascicolului laser) [3].

1. Direcționalitatea

În cazul cavităților plan paralele cu oglinzi de apertură infinită (interferometrul *Fabry-Perrot* idealizat) undele staționare formate sunt unde plane care se propagă pe direcția impusă de axa cavității, într-un fascicol de rază constantă și infinită. Într-o astfel de reprezentare ideală, fascicolul de radiații cuplat în exteriorul cavității se prezintă ca un fascicol de unde plane și de divergență zero.

Pentru rezonatorii plan paraleli reali la care fronturile undei staționare nu se prezintă perfect plane, căpătând o curbură finită ce e determinată de pierderile prin difracție a oglinzilor rezonatorului și de abaterile acestora de la planitate, divergența fascicolului obținut este mică, dar diferită de zero.

În cazul unei structuri modale unifazate, când intensitatea radiației este distribuită conform relației (2) după un profil gaussian, raza fascicolului de radiație w și raza de curbură a frontului de undă R sunt determinate de relațiile :

$$W^2(z) = w_0^2 \left[1 + \left(\frac{\lambda z}{\pi w_0^2} \right)^2 \right] \tag{3}$$

$$R(z) = z \left[1 + \left(\frac{\pi w_0^2}{\lambda z} \right)^2 \right] \tag{4}$$

unde :

- z coordonata curentă de-a lungul axei OZ definită în lungul axei cavității și cu originea în talia w_0 a fascicolului;
- w_0 talia fascicolului și reprezintă raza minimă a fascicolului; frontul de undă

ce caracterizează talia fascicolului este plan;

λ lungimea de undă a radiației.

Astfel, într-o secțiune longitudinală a cavității, conturul, fascicolului de unde este definit conform relației (3) ca fiind un contur hiperbolic (fig. 1), iar unghiul sub care se împrășteie radiația electromagnetică se poate determina ca fiind unghiul format de asimptotele la conturul hiperbolic.

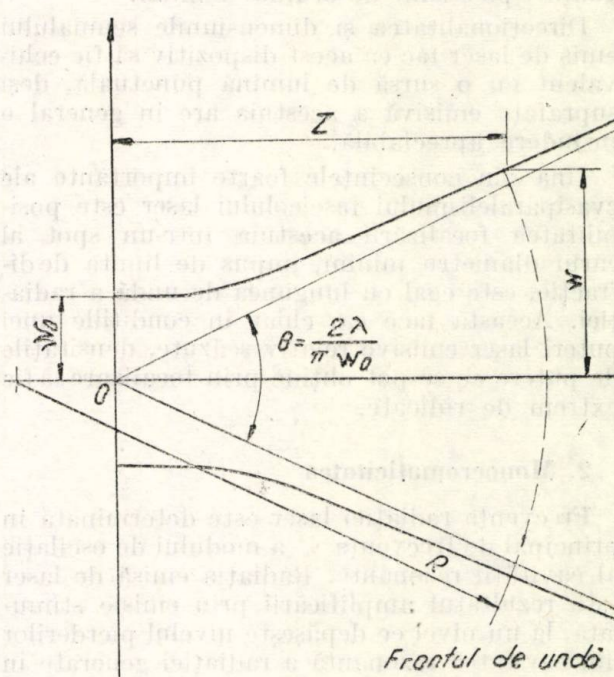


Fig. 1

Divergența θ în cazul unei emisii laser monomod fundamental determinată în cazul unei distribuții gaussiene de intensitate (relația 2) este dată de relația :

$$\theta = \frac{2\lambda}{\pi w_0} \tag{5}$$

În cazul particular al rezonatorului confocal cu oglinzi de rază de curbură egale, $R_1 = R_2 = L$, razele fascicolului laser w_1 și w_2 la cele două oglinzi și talia acestuia w_0 va fi dată de relațiile :

$$w_1^2 = w_2^2 = \frac{\lambda \cdot R}{\pi} \tag{6}$$

$$w_0 = \frac{\lambda \cdot R}{2\pi} \tag{7}$$

Aplicând aceste relații la cazul unui laser He—Ne realizat cu un rezonator confocal cu

$R=1$ m, care emite radiația cu $\lambda = 0,6328 \mu\text{m}$, se obține valoarea divergenței :

$$\theta = \frac{2 \cdot 0,6328 \cdot 10^{-6}}{3,14} = 1,27 \text{ mrad}$$

$$1 \text{ mrad} = 3'26''$$

Pentru laserele cu gaz unghiurile de divergență tipice sunt de ordinul 1 mrad.

Direcționalitatea și dimensiunile semnalului emis de laser fac ca acest dispozitiv să fie echivalent cu o sursă de lumină punctuală, deși suprafața emisivă a acestuia are în general o întindere apreciabilă.

Una din consecințele foarte importante ale evasiparalelismului fascicolului laser este posibilitatea focalizării acestuia într-un spot al cărui diametru minim, impus de limita de difracție, este egal cu lungimea de undă a radiației. Aceasta face ca, chiar în condițiile unei puteri laser emise relativ scăzute, densitățile de putere ce se pot obține prin focalizare să fie extrem de ridicate.

2. Monocromaticitatea

Frecvența radiației laser este determinată în principal de frecvența ν_c a modului de oscilație al cavității rezonante. Radiația emisă de laser este rezultatul amplificării prin emisie stimulată, la un nivel ce depășește nivelul pierderilor din cavitățile rezonante a radiației generate în procesele de emisie spontană dintre nivelul laser superior și inferior.

Caracterul aleatoriu al acestor procese și împrăștierea energetică ΔE , definită de principiul incertitudinii în cunoașterea diferenței de energie dintre stările implicate va determina, prin urmare, ca radiația emisă de laser să nu fie o radiație perfect monocromatică (de lărgime spectrală zero), cum ar rezulta din condiția anulării pierderilor din cavități, ci o radiație de lărgime spectrală finită $\Delta \nu_{\text{laser}}$, definită în principal de lărgimea de bandă a cavității rezonante $\Delta \nu_c$, diferența energetică între stări, puterea emisă de laser și durata timpului de observație în care se determină împrăștierea frecvenței emise [3].

Considerând că frecvența emisă de laser este determinată de un număr de ori, foarte mare pentru același timp de observare Δt , reprezentarea grafică a frecvenței măsurate ν în raport cu numărul de măsurări $N(\nu)$ în care această frecvență a fost obținută, ne va da curba de probabilitate a împrăștierei frecvenței emise de laser (fig. 2).

Din studiul rezonatoarelor de tip *Fabry-Perot*, modurile longitudinale ale rezonatorului sunt caracterizate printr-o lărgime de bandă

$\Delta \nu_c$ determinată de inversul timpului de viață t_{foton} al fotonului în cavitate :

$$\Delta \nu_c = \frac{1}{t_{\text{foton}}} = \frac{(1 - R_1 R_2)c}{L} \quad (8)$$

în care R_1 și R_2 reprezintă reflectivitățile celor două oglinzi laser.

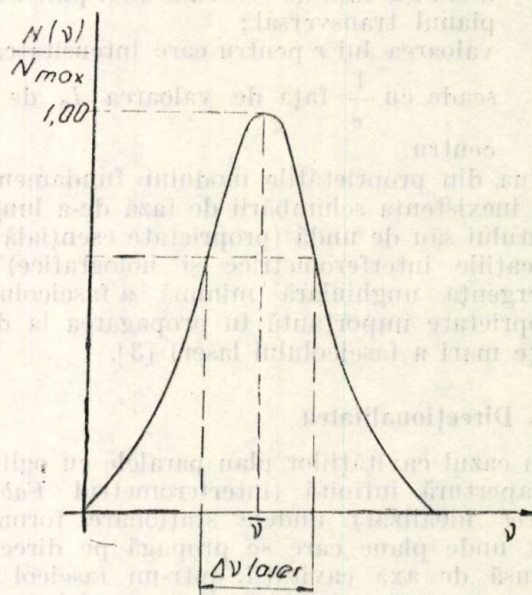


Fig. 2

În raport cu lărgimea de bandă a cavității rezonatorului $\Delta \nu$, valoarea cea mai redusă a lărgimii spectrale a radiației laser va fi :

$$\Delta \nu_{\text{laser}} = \Delta \nu_c \sqrt{\frac{h \cdot \nu}{2 P_{\text{tes}} \Delta t}} \quad (9)$$

unde P_{tes} reprezintă puterea emisă de laser, iar Δt durata timpului de observație.

Considerând un laser He-Ne, al cărui rezonator are o lungime de 0,1 m, iar oglinzile prezintă o reflectivitate $R_1 R_2 = 0,99$, se va obține :

$$\Delta \nu_c = \frac{(1 - 0,99) \cdot 3 \cdot 10^8}{0,1} = 3 \cdot 10^7 \text{ Hz} = 30 \text{ MHz.}$$

$$\Delta \nu_{\text{laser}} = 3 \cdot 10^7 \sqrt{\frac{6,02 \cdot 10^{-34} \cdot 4,75 \cdot 10^{14}}{2 \cdot 10^{-3} \cdot 1}} = 3,5 \cdot 10^{-2} \text{ Hz}$$

unde puterea emisă s-a considerat 1 mW, iar timpul de observație de o secundă.

Valoarea astfel obținută ne dă puritatea spectrală limită a radiației dispozitivelor laser, care prin comparare cu rezultatele obținute

experimental ne va permite să apreciem cât de departe sau de aproape se situează laserul real de modelul laserului ideal ce a stat la baza considerațiilor teoretice.

În realitate, valorile experimentale ce se obțin pentru lărgimea de bandă laser se situează cu mult peste această valoare, fiind cuprinse între câțiva kHz și GHz, în funcție de condițiile constructive ale dispozitivelor laser.

Abaterea mare a lărgimii de bandă față de valoarea teoretică conduce la concluzia că în laserele reale există, pe lângă aspectele menționate anterior, și alte aspecte care determină o împrăștiere mult mai pronunțată a frecvenței emise de lasere.

Unul dintre aspectele cele mai importante care determină lărgimea de bandă a radiației laser este cel legat de stabilitatea în timp a frecvenței de oscilație a acvității rezonante.

În realitate, datorită modificării aleatorii a lungimii cavității rezonante sub acțiunea diferiților factori perturbatori (temperatura, presiunea, vibrații mecanice și acustice, variația indicilor de refracție), frecvența centrală a radiației emise se modifică, afectând puritatea spectrală și deci lărgimea spectrală a radiației $\Delta\nu_{\text{laser}}$.

3. Intensitatea

Intensitatea radiației laser reprezintă puterea eliberată prin emisie stimulată, mediată în timp, ce este transportată de radiația laser prin unitatea de suprafață.

În procesul de emisie stimulată, sincronizarea ce există între momentele de producere a fotonilor prin tranziția atomilor sau moleculelor de pe starea energetică superioară pe starea energetică inferioară, determină ca fiecare nou foton emis să fie în fază cu ceilalți, amplitudinea fascicolului de radiație crescând la valori maxime.

Intensitatea luminoasă foarte mare ce se obține cu ajutorul laserelor este o consecință atât a directivității cât și a monocromaticității fascicolului laser. Astfel, toată energia emisă de tubul de descărcare este concentrat într-un fascicol de mică secțiune și de unghi solid foarte mic, spre deosebire de o lampă cu incandescență sau arc electric, unde puterea emisă este dispersată într-un unghi foarte mare.

Totodată, datorită faptului că frecvența radiației laser este foarte bine definită, se obține o densitate de energie spectrală, U_ω , extrem de ridicată. În cazul lămpii cu incandescență sau arcului electric, componentele radiației sunt repartizate aproape în întreg spectrul vizibil.

Puterea emisă de lasere este, în general, extrem de diversificată, urmând caracteristicile de funcționare și modelele constructive pentru fiecare tip de laser în parte. Laserele pot func-

ționa în două regimuri de lucru: regimul de funcționare în undă continuă și regimul de funcționare în impuls.

Puterile obținute se distribuie de la câteva zeci de μW în cazul laserelor He-Ne utilizate în metrologie — la sute de kW în cazul laserelor de mare putere. În cazul laserelor cu corp solid, unde densitatea mediului activ permite realizarea unei inversii de populații extrem de ridicate, se obțin impulsuri gigant cu puteri de vârf de peste 10^{12} W pe puls.

Laserul He-Ne ce emite în undă continuă o radiație de $0,6328 \mu\text{m}$ și lărgime de bandă $\Delta\lambda = 10^{-4}$, intensitatea tipică de radiație este de ordinul 10 mW/cm^2 .

4. Coerența

Coerența este o proprietate a undelor de a avea aceeași lungime de undă și o diferență de fază constantă în timp.

Analiza proceselor de interacție a radiației cu materia arată că emisia unui foton prin trecerea unui atom sau unei molecule de pe o stare energetică excitată pe o stare energetică inferioară are loc într-un interval de timp finit, denumit timp de viață în stare excitată a atomului.

Astfel, fotonul poate fi reprezentat printr-o undă de frecvență $\nu = \frac{E_2 - E_1}{h}$, a cărei amplitudine în intervalul de timp crește și scade treceând printr-un maxim, alcătuind un tren de unde cunoscut sub denumirea de tren de unde gaussian.

Figura 3 reprezintă forma unui tren de undă gaussian, timpul τ este intervalul de timp cel

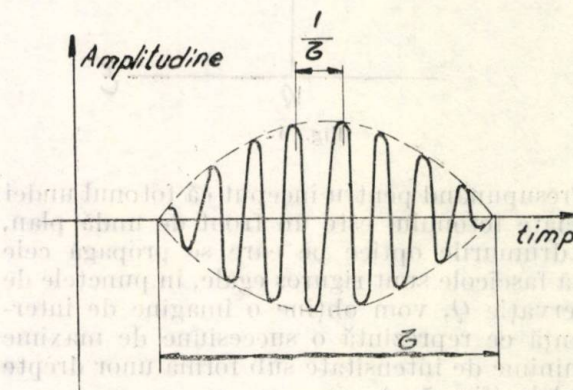


Fig. 3

mai mare în care amplitudinea și faza unei unde asociate fotonului poate fi precizată.

Lumina reprezentând un fenomen vibratru în propagare, este de așteptat ca fenomenul de interferență definit pentru oscilațiile elastice să fie regăsit și în cazul acesteia, dar existența trenurilor de undă de durată finită și asociate fotonilor s-a dovedit o dificultate

foarte importantă în punerea în evidență a fenomenelor de interferență optică.

Încă de la realizarea primelor experiențe de interferență a luminii, s-a observat că punerea în evidență a fenomenului de interferență necesită o proprietate specială a luminii ce a fost definită în 1801 de *Thomas Young* prin termenul de **coerență**. Așa că suprapunerea a două unde de lumină are loc în spațiu anumit, în același timp sau la momente diferite și este necesar să definim o coerență spațială și, respectiv, o coerență temporală.

Pentru a înțelege coerența temporală să presupunem că o sursă de lumină S ce emite un număr foarte mare de fotoni, între care nu există nici o relație de fază definită — datorate procesului aleator caracteristic emisiei spontane — poate fi transformată, cu ajutorul a două diafragme de deschidere foarte mică, într-o sursă punctuală capabilă să emită la un moment de timp un singur foton. Fotonul emis se propagă într-un interferometru de tip *Michelson* (fig. 4).

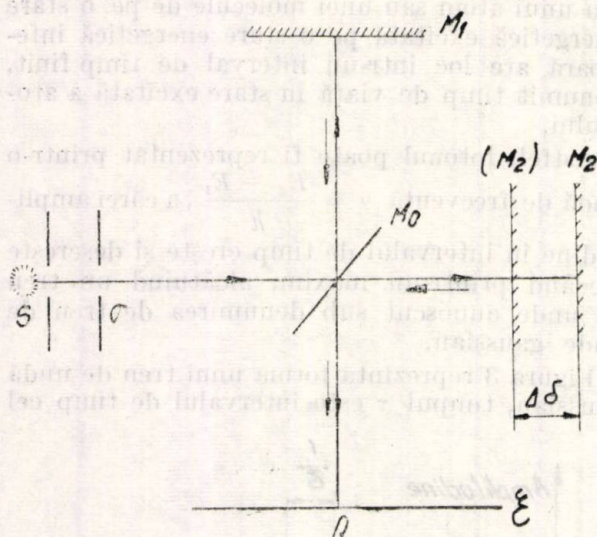


Fig. 4

Presupunând pentru început că fotonul unei asociații fotonului este un front de undă plan, iar drumurile optice pe care se propagă cele două fascicule sunt riguros egale, în punctele de observație Q , vom obține o imagine de interferență ce reprezintă o succesiune de maxime și minime de intensitate sub forma unor drepte paralele (fig. 5 a).

Dacă deplasăm acum oglinda M_2 paralelă cu o distanță $\Delta\delta$, figura de interferență se va modifica în sensul scăderii intensității franjelor până la dispariția completă a acestora. (fig. 5 b și c).

Cum diferența de drum optic rezultată prin deplasare poate fi apreciată, cunoscând viteza de deplasare a luminii prin mediu, ca o întârziere între momentele în care cele două fascicule de lumină ajung în punctul de observație

Q , existența franjelor de interferență va fi o manifestare a coerenței temporale dintre cele două fascicule.

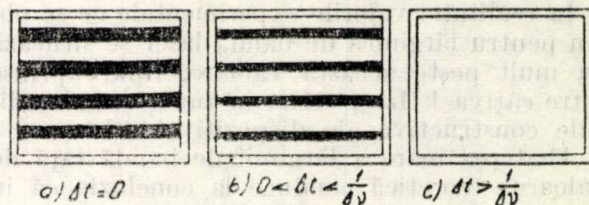


Fig. 5

Franjele de interferență vor fi în general observate dacă :

$$\Delta t \Delta \nu \leq 1 \quad (10)$$

Coerența temporală poate fi astfel apreciată, fie prin intermediul unui „timp de coerență”

$$\Delta t \leq \frac{1}{\Delta \nu} \quad (11)$$

fie cu ajutorul lungimii de coerență $\Delta\delta$, ce corespunde diferenței de drum realizată prin întârzierea Δt .

$$\Delta\delta = c\Delta t \quad (12)$$

În aprecierea imaginilor de interferență se folosește vizibilitatea V , definită de *Michelson* prin relația :

$$V = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \quad (13)$$

Această mărime poate servi ca măsură a coerenței : vizibilitatea egală cu unitatea înseamnă coerență perfectă, iar vizibilitatea nulă înseamnă incoerență.

În cazul laserelor, lărgimea de bandă a radiației este cuprinsă, în general, între câțiva kHz până la GHz, iar în relația (8) timpul de coerență a laserilor va avea valori de ordinul $10^{-10} \dots 10^{-3}$ s.

Lungimea de coerență, în cazul laserelor stabilizate în frecvență poate ajunge la sute de kilometri.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Popescu I. M. Aplicații ale laserilor ET 1979.
- [2] Wolord A. J. The frequency stabilization of gaz lasers Journal of physics, july 1973, vol. 6.
- [3] Dușu D. Laserul — lumina de mine E.A. București 1981
- [4] CIPM Procès — verboux des séances Tome 51, 1983.
- [5] Stal W. H. Interferometry. Combridge University Press. 1977.
- [6] Canay G. Metrologie dans les Laboratoires des Physique des Lasers Bulletin BNM 54/oct. 1983.

Umidimetre conductometrice pentru industria textilă

MIHAI ANTONIU, GHEORGHE ANTONIU, EMIL VREMERA *

CONSTANTIN CAZACU ** MARINICĂ SAVOAIA ***

Abstract: Two conductometric type electronic humidity meters for the textiles industry are presented: a pocket model with LCD display, for humidity measurements of textiles during manufacturing, and a bench model with analog display for more accurate measurements. The last one has the humidity transducer and the first stage of the amplifier built in a probe which allows for accurate measurements of humidity even during the manufacturing process of textiles.

Résumé: On présente deux humidimètres électroniques de type conductométrique pour l'industrie textile: un modèle de poche à affichage numérique à LCD, pour mesurer l'humidité des textiles au cours du processus technologique, et un modèle de laboratoire à affichage analogique, pour le mesurage plus précis de l'humidité. Ce dernier, ayant le traducteur d'humidité et le premier étage d'amplification incorporés dans une sonde, permet le mesurage précis même au cours du processus technologique.

1. Introducere

Cunoașterea umidității materialelor textile prezintă o importanță deosebită atât la prelucrarea cât și la gestionarea acestora. În prezent, cele mai utilizate umidimetre în industria textilă sunt de tip conductometric (bazate pe dependența rezistenței electrice de umiditatea materialului în studiu) [1] și provin din import.

S-au întreprins și în țară cercetări pentru realizarea unui umidimetru [2] însă aparatul respectiv nu s-a răspândit.

La solicitarea fostei CIL (Centrala Industriei Lânii) București, autorii lucrării de față au efectuat o serie de cercetări în vederea realizării în țară a unor umidimetre electronice care să aibă parametri de calitate similari cu cei ai umidimetrelor Aquarius (de buzunar) și DMB-6 (portabil, de laborator și teren) aparate produse de către firma Mahlo din Germania.

Umidimetrele Mahlo (conductometrice) sunt recomandate ca aparate standard pentru controlul umidității în industria lânii, mai ales

pentru fabricile afiliate Cartelului Internațional al Lânii, motiv pentru care și industria românească de profil le-a adoptat ca umidimetre de referință. Urmare a solicitării menționate, autorii au efectuat cercetări pe parcursul mai multor ani (1987—1991), cercetări ce au fost finalizate în două variante de umidimetre (unul de buzunar și unul de laborator), aparate cu scheme originale, mai adoptate posibilităților tehnologice indigene. Prezentarea acestor aparate formează obiectul lucrării de față.

Înainte de a trece la descrierea acestora, considerăm util a prezenta unele probleme specifice.

2. Principiul de măsurare la umidimetrele conductometrice

2.1. Definirea umidității

După cum se știe, umiditatea (conținutul de apă), în %, la materiale solide, deci și la textile, se definește cu relația [1]:

$$W = \frac{M_1 - M_2}{M_2} \cdot 100 (\%) \quad (1)$$

în care M_1 reprezintă masa materialului umed, iar M_2 — masa aceluiasi material după uscare în etuvă. Însă determinarea lui W prin metoda descrisă de relația (1) — denumită metoda etuvei și care este cea mai precisă — prezintă neajunsul unui consum mare de timp (max 3—4 măsurări/oră), din care motiv se preferă umidimetrele conductometrice care, deși au precizie mai modestă, sunt mult mai rapide și răspund astfel cerințelor tehnologice actuale.

2.2. Principiul umidimetrelor conductometrice

Acest tip de umidimetre exploatează dependența care există între rezistența electrică a unei probe de material (R_x) și umiditatea acesteia, dependență ce are caracteristică exponențială, după cum rezultă din relația [1]:

$$R_x = \frac{A}{B^w}, \quad (2)$$

* Universitatea tehnică „Gh. Asachi”, Iași

** Uzina de Fibre Sintetice, Săvinești

*** Retrom (ITRD) Pașcani, str. Moldovei nr 17 bis, jud. Iași

care poate fi transcrisă în forma

$$\log R_x = a - bW \quad (3)$$

în care a și b sunt constante ce depind de materialul de examinat. Pentru materialele textile dependența logaritmică (3), este probată și de curbele exponențiale din fig. 1 (pentru materiale pure).

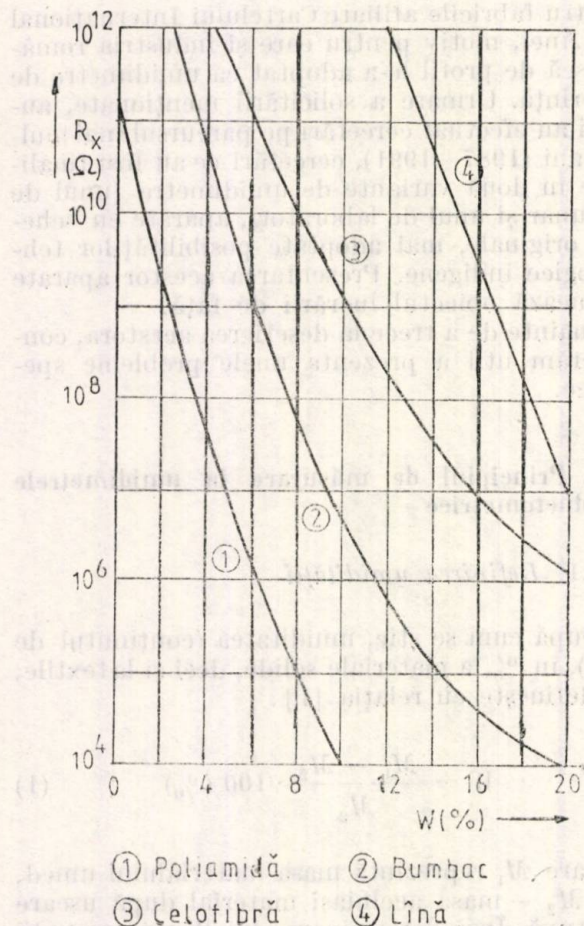


Fig. 1

2.3. Sensori conductometrici

În scopul definirii cât mai exacte a obiectului de măsurare, sensorii conductometrici de umiditate (σ) se fac de forme standard: pieptene (fig. 2 a), furcă (fig. 2 b), ștampilă (fig. 2 c) sau de altă formă. Rezistența electrică de izolație (R_{iz}), dintre electrozii de măsurare 1, 2, adică rezistența asigurată de suportul (3) de care sunt fixați electrozii (tipic telefon sau poliamidă) trebuie să fie $R_{iz} > 10^{12} \dots 10^{14}$ pentru a nu șunta pe R_x .

2.4. Condiții de definire a obiectului supus măsurării

Pentru asigurarea unei reproductibilități acceptabile la măsurarea lui W pe cale conducto-

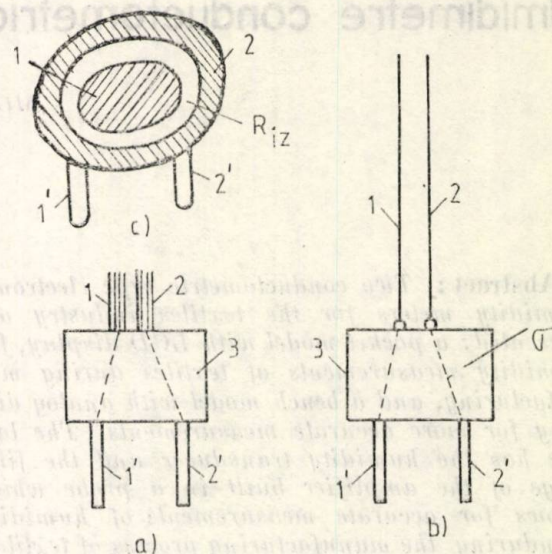


Fig. 2

metrică trebuie îndeplinite următoarele condiții de bază:

Temperatura probei (T) să fie constantă și egală cu 20°C , deoarece la variația lui T variază și R_x .

Tensiunea de măsurare (U) trebuie să fie mică: $U \leq 9 \dots 12 \text{ V}$, deoarece la tensiuni mai mari R_x manifestă efect de varistor (R_x scade la creșterea lui U).

Durata operației de măsurare trebuie să fie scurtă pentru a nu amorsa fenomene de electroliză, dar suficient de lungă, pentru a permite strângerea componentei de polarizare a curentului ce străbate proba. Practica arată că durata de $3 \dots 5 \text{ s}$ reprezintă un compromis acceptabil.

Materialul din probă trebuie să fie în stare pură deoarece adaosurile de prelucrare (avivaje, antistatizante etc.) modifică (puternic) rezistivitatea materialului respectiv, ceea ce constituie o sursă importantă de erori.

Electrozii de măsurare (1,2 fig. 2) trebuie să fie curați, fără urme de praf sau de oxizi, elemente ce pot afecta funcția de transfer (2) a senzorului de umiditate (σ).

3. Umidimetru de buzunar cu afișare prin LED-uri (3)

Acest aparat pe care îl vom denumi UBL (umidimetru de buzunar cu LED-uri) a fost elaborat în vederea înlocuirii umidimetrului de buzunar Aquarius [4]. Acesta din urmă dă rezultate satisfăcătoare în privința operației de măsurare, însă prezintă neajunsul că este de tip punte echilibrată manual și deci cu viteză de lucru redusă. La umidimetrul UBL acest neajuns dispare deoarece acesta este cu citire directă.

3.1. Schema de principiu a UBL

Schema de principiu a umidimetrului UBL propus de autori este arătată în fig. 3 unde P este proba de examinat, iar MVL un milivoltmetru cu afişare prin LED-uri.

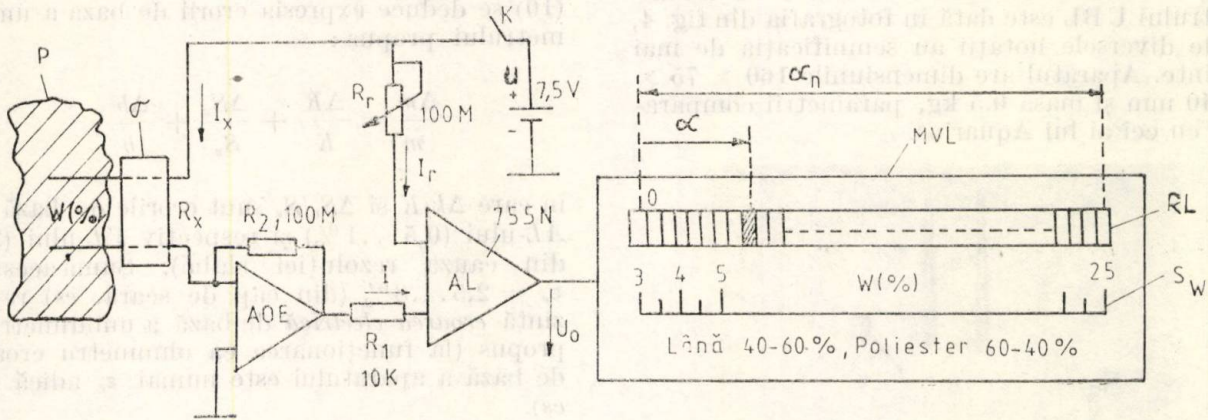


Fig. 3

a) Circuitul de măsurare (fig. 3) este format din senzorul de umiditate (σ), un convertor curent-tensiune cu amplificatorul operațional electrometric 3523 BB (curent de polarizare sub 0,1 pA) [5] și un amplificator logaritm (AL) de tip 755 N (Analog Devices). Cu partea reglabilă a rezistenței de referință (R_r) se reglează zeroul pentru tensiunea de ieșire (U_0) din circuit (și deci cifra de început de scară pentru umiditatea afișată $W\%$).

Ecuatia de transfer a amplificatorului logaritm (AL) este de forma :

$$U_0 = K \log \frac{I}{I_r} \quad (4)$$

relație care, ținând cont de notațiile din fig. 3 devine :

$$U_0 = K (\log c - \log R_x) \quad (5)$$

expresie în care c reprezintă substituția :

$$c = \frac{R_2 R_r}{R_1} \quad (6)$$

iar K — factorul de scară al AL-ului. În final, asociind relațiile (5) și (3) și impunând condiția :

$$\log c - a = 0 \quad (7)$$

realizabilă prin reglarea lui R_r (fig. 3) se obține în final expresia :

$$U_0 = K_b W \% \quad (8)$$

care reprezintă ecuația de funcționare a circuitului de măsurare.

Din relația (8) rezultă că răspunsul circuitului de măsurare (U_0) este independent de tensiunea de activare (U), ceea ce face inutilă pre-

zența unui stabilizator de tensiune, componentă existentă la umidimetrul Aquarius luat ca referință.

OBSERVAȚIE: Teoretic, circuitul de măsurare poate funcționa și fără AOE; însă, într-o atare situație, R_r , după cum se poate deduce din fig. 1 și din relațiile (3), (4) și (5), ar trebui să fie de ordinul a $10^{12} \Omega$. Cum însă aproximativ 10% din R_r trebuie să fie reglabilă, rezultă că ar fi necesar un potențiomtru de ordinul sutelor de GΩ, piesă practic imposibil de procurat din comerțul de specialitate. Din acest motiv s-a recurs la grupul OAE, R_2 , R_1 care, împreună cu R_r , formează un fel de simulator de rezistență foarte mare. Într-adevăr, dacă se examinează (6) se observă că rezistența c , de ordinul $10^{12} \Omega$ (vezi fig. 1), este simulată prin rezistențe R_2 și R_r , ambele de $10^8 \Omega$. Aceasta arată că partea reglabilă a lui R_r poate fi de ordinul 10 MΩ, valoare care încă mai poate fi găsită în comerțul de componente profesionale.

b) Milivoltmetrul cu LED-uri (MVL) are un afișaj de tipul cu punct mobil (se aprinde numai LED-ul ce indică vâlcareă măsurată), format dintr-o regletă cu 50 de LED-uri (RL), comandate cu circuite specializate de tip LM3914 într-o schemă cunoscută [6]. Acest MVL (fig. 3) răspunde la ecuația de funcționare (S_v fiind sensibilitatea) :

$$\alpha = S_v U_0, \quad (9)$$

relație care în asociere cu (8) conduce la expresia :

$$\alpha = m W \% ; \quad m = b K S_v \quad (10)$$

ce reprezintă ecuația de funcționare a umidimetrului UBL.

Prezența parametrului b (care depinde de materialul de încercat) în (10) arată că, pentru afișarea umidității de măsurat ($W\%$) este necesară câte o scară separată (S_w) pentru fiecare

tip de material de încercat. Acest aspect (scări multiple) se întâlnește la toate umidimetrele conductometrice.

3.2. Forma constructivă și limitele de măsurare

a) Forma constructivă a umidimetrului UBL este dată în fotografia din fig. 4, unde diversele notații au semnificația de mai înainte. Aparatul are dimensiunile $160 \times 75 \times 40$ mm și masa 0,5 kg, parametrii comparabili cu cei ai lui Aquarius.

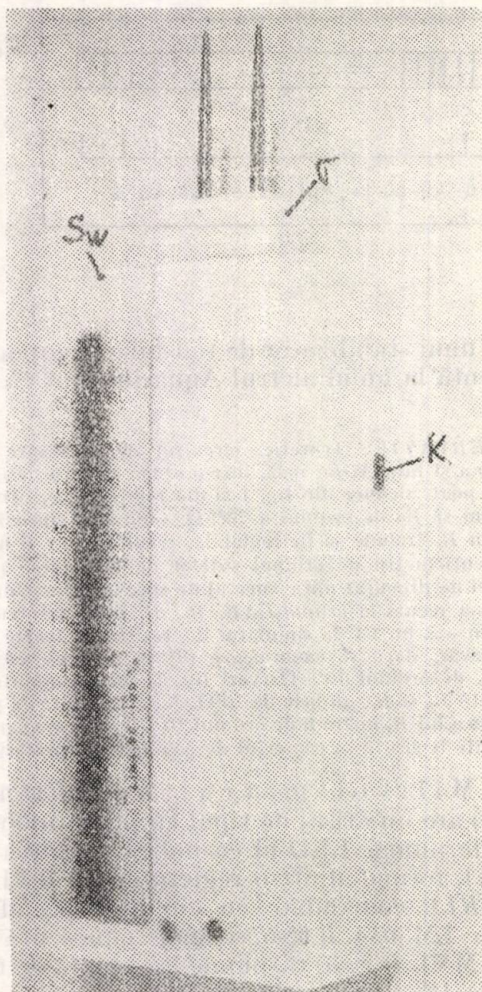


Fig. 4

b) Limite de măsurare. S-au prevăzut, în total, 11 scări de măsurare a umidității $W\%$, scări ce au fost trasate pe 8 suporti de scară (S_w). Dintre aceste scări, 3 sunt pentru materiale pure (lână, bumbac, iută) și 8 pentru amestecuri pe bază de lână, cu intervalul de rețetă de $\pm 10\%$ din componentul de bază (de ex. 40...60% lână și 60...40% poliester). Limitele de măsurare pentru W se situează între 3...24% pentru amestecuri pe bază de lână și 10...40% pentru lână pură.

În fine, după cum rezultă din (5) umidimetrele conductometrice pot fi utilizate și la

măsurarea rezistențelor foarte mari. Scara de ohmmetru a UBL-ului are limitele ($10^6 \dots 10^{12}$) Ω .

3.3. Precizia UBL

a) Considerații teoretice. Din (10) se deduce expresia erorii de bază a umidimetrului propus:

$$\frac{\Delta m}{m} = \frac{\Delta K}{K} + \frac{\Delta S_e}{S_e} + \frac{\Delta b}{b}, \quad (11)$$

în care $\Delta k/K$ și $\Delta S_e/S_e$ sunt erorile de bază ale AL-ului (0,5...1%) și respectiv VL-ului (2%, din cauza rezoluției slabe). Suma acestora $\epsilon_e = 2,5 \dots 3\%$ (din cap de scară, cs) reprezintă eroarea electrică de bază a umidimetrului propus (la funcționarea ca ohmmetru eroarea de bază a aparatului este numai ϵ_e adică 3% cs).

Termenul $\Delta b/b = \epsilon_b$ reprezintă eroarea de definire a obiectului de măsurare (definire conform cu 2.4 de mai înainte) și are două componente ϵ_s și ϵ_R . Prima (ϵ_s) reprezintă eroarea de conversie a sensorului (σ) în sensul că legea (2) nu este suficient de riguroasă. Această componentă se elimină aproape complet la gradarea scărilor (S_w). Dacă gradarea este îngrijit efectuată, iar scara corect așezată în locașul respectiv, ϵ_s rămâne sub 2...3% (cs).

Mult mai importantă este componenta ϵ_R , pe care o vom numi eroare de rețetă. Aceasta provine din faptul că scara (S_w) se gradează pentru o rețetă precisă de amestec, de exemplu 50% lână și 50% poliester. Însă din motive economice (reducerea numărului de scări) scara respectivă este folosită pentru un interval mai larg de rețete, de exemplu amestecuri din 40...60% lână și 60...40% poliester. Dacă nu se cunoaște exact proporția de amestec ci numai intervalul în care se poate afla, ϵ_R poate atinge și chiar depăși $\pm 20\%$ (cs). Însă, dacă se cunoaște exact rețeta amestecului, de exemplu 55% lână și 45% poliester, eroarea ϵ_R poate fi calculată printr-o interpolare specifică, iar valoarea ei adevărată este cu atât mai mică cu cât rețeta amestecului este mai apropiată de cea la care a fost gradată scara respectivă.

b) Verificări experimentale. Precizia electrică a umidimetrului UBL a fost verificată prin comparație directă (rezistențe calibrate în locul lui R_x), metodă cunoscută. S-a obținut $\epsilon_e \leq 3\%$ (cs) valoare practic egală cu cea menționată în prospectul lui Aquarius.

Verificarea lui ϵ_b . Deoarece ϵ_b este dificil de determinat direct, s-a recurs la determinare indirectă, prin verificarea globală a preciziei umidimetrului ($\Delta m/m$). Această verificare s-a

făcut prin metoda etuvei, pe un număr mare de probe (50–60 pentru fiecare scară) de amestecuri pe bază de lână, cu rețetă precis cunoscută. S-a ajuns la concluzia că $\Delta m/m \leq 8\%$, ceea ce înseamnă că $\varepsilon_s \leq 5\%$ (cs).

În concluzie, pe baza rezultatelor experimentale obținute, se poate afirma că precizia umidimetrului propus (UBL) este mai bună ca 8% (cs) la măsurarea materialelor pure și a amestecurilor cu proporția bine cunoscută și mai bună ca 15% (cs) în cazul măsurării pe amestecuri cu proporție necunoscută exact, dar încadrabilă în scara (S_w) pe care se măsoară. Acești parametri sunt la nivelul umidimetrului de buzunar Aquarius, luat ca referință.

Însă o atare precizie este nesatisfăcătoare la măsurarea de laborator sau la măsurarea de teren în scop de gestionare a materialelor. De aceea, UBL (ca și Aquarius) este potrivit numai pentru controlul calitativ al umidității pe fluxul tehnologic, avantajul lui de bază fiind *portabilitatea*. Pentru creșterea preciziei trebuie micșorat atât ε_e cât și ε_b ; la această cerință răspunde și umidimetru UTS propus de către autori.

4. Umidimetru cu traductor tip sondă

Acest aparat, pe care îl vom denumi UTS, a fost elaborat de către autori cu scopul de a înlocui umidimetrul de laborator DMB-6, (Mahlo) [8].

4.1. Critica umidimetrului DMB-6

Principalul neajuns a lui DMB-6 (și al celorlalte umidimetre conductometrice de laborator) îl constituie faptul că amplificatorul electrometric de la intrare (AOE) este plasat în cutia aparatului. Ca urmare, curentul (I_x) dependent de umiditatea de măsurat (W) — curent de valoare foarte mică [$(10^{-8} \dots 10^{-11})\text{A}$] — este transmis de la sensorul de umiditate (σ , fig. 2) la AOE printr-un cablu de construcție specială (cu circuit de gardă și, respectiv, antitriboelectric), cablu voluminos, incomod în exploatare, scump și greu de găsit în comerț.

4.2. Prezentarea aparatului UTS

a) *I d e e a d e b a z ă*. Schema de principiu a aparatului propus este dată în figura 5. Particularitatea acestui umidimetru constă în aceea că amplificatorul electrometric de intrare (AOE) și butonul de pornire (K_1) sunt încorporate în mânerul sensorului de umiditate (σ), împreună cu care formează un dispozitiv de tip sondă (S),

În felul acesta, prin cablul (CL) care leagă sonda de aparatul de bază (AB) circulă un curent (I) mult mai mare ($10^{-6} \dots 10^{-3}\text{A}$) decât (I_x), deci mult mai puțin sensibil la curenții de fugă prin izolația cablului precum și la perturbațiile triboelectrice. Datorită acestei particularități, cablul multifilar (CL) poate fi de construcție obișnuită, deci mult mai ieftin și mai ușor de procurat. În plus, amplasarea butonului de pornire (K_1) în structura sondei permite o manevrabilitate mai comodă și scurtarea duratei de măsurare, durată care, după cum s-a mai menționat, trebuie să fie sub 5 s.

b) *Circuitul de măsurare*. Circuitul de măsurare al aparatului UTS (fig. 5) este similar cu cel al aparatului UBL (fig. 3), cu deosebirea că etajul de intrare (σ , AOE și K_1) este plasat în sonda (S), iar restul componentelor — în aparatul de bază (AB). Tensiunea de ieșire din AOE (U_2) este transmisă la AL prin firele 1 și 2, iar tensiunea de alimentare a sensorului σ ($+6\text{V}$) — prin firele 3 și 1. Alimentarea AOE-ului ($\pm 15\text{V}$) se face prin firele 4 și 5. Comutatoarele K_3 și K_4 servesc la schimbarea celor două game (I și II) prevăzute pentru fiecare scară de măsurare (S_w), iar potențioetrele P_1 ($100\text{M}\Omega$) și P_2 ($10\text{K}\Omega$) sunt pe rol de rezistențe de referință (R_r) și servesc la reglajul de zero pentru $W\%$ pe gamele respective.

S-au prevăzut câte două game (I și II) pentru fiecare scară, din două motive:

1) Pentru a îmbunătăți rezoluția la citirea lui $W\%$: întreg intervalul de variație a lui R_x [$(10^4 \dots 10^{12})\Omega$ (fig. 1)], este dezvoltat pe două lungimi de scară, în loc de una singură.

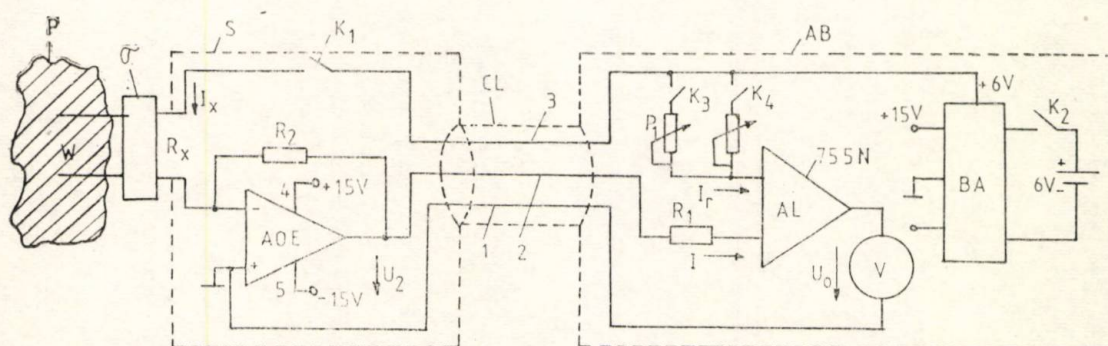


Fig. 5

2). Pentru a utiliza numai partea centrală a gamei dinamice a AL -ului, zona în care eroarea de conformitate logaritmică este mai redusă [8].

Cu aceste precauții eroarea elastică de bază (ε_e) a umidimetrului UTS, ar fi putut fi redusă de la 3% *cs*, la mai puțin de 1,2% *cs*.

c) Ecuația de funcționare. Examinând schema umidimetrului UTS (fig. 5) se observă că, principial, este identică cu schema umidimetrului VBL (fig. 3). Prin urmare UTS răspunde la aceeași ecuație de funcționare (10) cu deosebirea că în (6) în locul lui R_r intervine

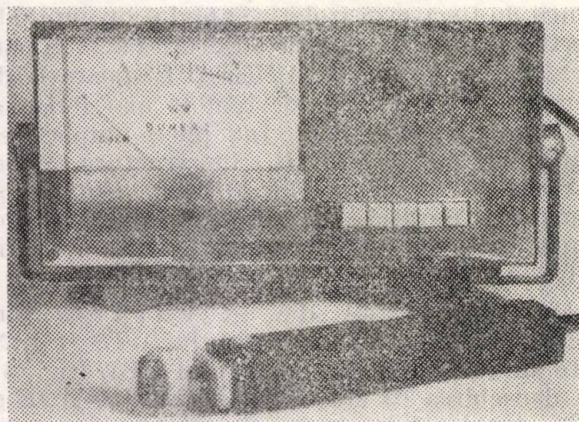


Fig. 6

P_1 sau P_{II} , în funcție de gama¹ selectată (prin K_3 sau K_4).

d) Precizia. Mai sus s-a arătat că eroarea electrică de bază a fost redusă la $\varepsilon_e \leq 1,2\%$. S-a micșorat și eroarea de rețetă (ε_R), prin restrângerea intervalului de variație a procentelor de amestec de la $\pm 10\%$ la $\pm 5\%$ (de exemplu 40...50% lână și 60...50% poliester). Verificările experimentale efectuate ca la pct. 3.3 b au arătat că eroarea de bază ($\Delta m/m$)

a umidimetrului UTS este sub 3% *cs* la măsurarea lui W pe materiale pure și sub 5% la măsurare pe amestecuri.

e) Forma constructivă. În figura 6 se dă o fotografie a aparatului UTS. Aparatul permite măsurarea umidității pe materiale textile, în limita $W = (3...35)\%$, precum și pe alte materiale neconductive. Aparatul este prevăzut cu alimentare la baterii ($4 \times 1,5V R_{20}$), precum și cu alimentare la rețea și poate fi utilizat atât ca umidimetru de laborator cât și de teren.

De asemenea, aparatul poate fi utilizat și la măsurarea rezistențelor în gamele $(10^4...10^8)\Omega$ și $(10^8...10^{12})\Omega$ cu o precizie mai bună ca 3% *cs*.

Dimensiuni: $250 \times 170 \times 120$ mm, masă 3 kg; dimensiunile traductorului sondă: $(150 \times 40 \times 25)$ mm, masă 100 g.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Nicolau Th., ș.a. — Umidimetre electronice, București, Ed. Tehnică, 1973.
- [2] Huțanu Gh., ș.a. — Umidimetru electronic ușor portabil, pentru produse textile, Industria Ușoară, nr. 2, 1985.
- [3] Antoniu M., ș.a. — Umidimetru electronic, Lucrările sesiunii de comunicări ICSITE — Snagov, 1987, vol. III, p. V — 88.
- [4] Firma Mahlo (Germania), prospect umidimetru de buzunar Aquarius, 1987.
- [5] Firma Burr-Brown, General Catalog, 1989.
- [6] Sporea D., ș.a. — Circuite optoelectronice, cap. 2—13, Buc. (EM), 1986.
- [7] Firma Mahlo, prospect umidimetru portabil DMB—6, 1991.
- [8] Firma Analog Devices, Nonlinear circuits handbook, Norwood, (USA), 1976, IV, cap. 2.

Institutul de cercetări științifice în domeniul construcției aparatelor electrice din Chișinău "ELIRI",

Institutul „ELIRI” din Chișinău este un institut de cercetări cu tradiție în construcția mijloacelor de măsurat electrice, cu performanțe ridicate, realizate ca unicate sau în serie mică, ca rezultat a lucrărilor de cercetare. Printre aparatele realizate se pot menționa: punți comparator și punți digitale, pentru măsurarea rezistenței electrice, rezistoare etalon, divizoare de tensiune, componente pentru aparate (surse de înaltă tensiune, rezistoare, amplificatoare de fază, traductoare de umiditate, de presiune statică și variabilă etc.), (tabelul 1).

Printre realizările deosebite ale acestui institut de cercetări se mai poate menționa și „realizarea microconductorului turnat în izolanț elastic de sticlă” — pe baza metodei și tehnologiei elaborate în cadrul institutului. Toate condițiile de turnare sunt asigurate de instalațiile realizate care pot fi utilizate atât pentru fabricarea microconductoarelor (instalația tip ALM5-D) cât și pentru asigurarea controlului complex al tuturor parametrilor (instalația tip UIMP-9).

Metoda de fabricare a microconductoarelor a fost elaborată în 1948 de către profesorul A. V. Ulitovskii și constă în introducerea unei cantități mici de metal (aliaj), având o masă de 3...5 g, într-un câmp electromagnetic de înaltă frecvență. Curenți de înaltă frecvență încălzesc metalul și sticla până la temperatura de încălzire a acestora. Din sticlă se realizează un capilar care este umplut cu metalul topit. Supus răcirii, se realizează microconductorul dorit în izolație de sticlă.

Unul din avantajele metodei de fabricare a microconductoarelor este acela că permite realizarea microconductoarelor cu diametre situate într-un interval larg de valori, de la 0,5 μm la 200 μm , având grosimea izolației de sticlă de la 2 μm până la 20 μm . Metoda se utilizează la fabricarea microconductoarelor cu diametre mici.

Metoda și procesul tehnologic utilizat permite realizarea microconductoarelor atât din metale (aliaje) plastice cât și din metale rigide (de ex. din fontă), ceea ce a făcut posibilă realizarea conductoarelor în izolație de sticlă dintr-o gamă extinsă de metale (Cu, Ag, Au, Pt, Bi, Ge) și din aliaje pe bază de Ni, Co, Fe, Cu, în

combinație cu sticlă de diferite compoziții. Microconductoarele din Cu, Ni și Fe, cu capilarul de sticlă (din Al, Bo, Si), cu rezistența specifică cuprinsă în intervalul 0,4...1,8 mm^2/m și cu rezistența între 1 și 1000 $\text{k}\Omega/\text{m}$, au o variație mică cu temperatura, de ordinul $\pm 5 \cdot 10^{-6} \text{K}^{-1}$, sunt utilizate pentru realizarea rezistoarelor de exactitate și stabilitate ridicată, fiind de neînlocuit.

Microconductoarele din aliaje pe bază de Fe, Co, Ni au o permeabilitate magnetică inițială ridicată (până la 5000 Gs/E), valoare ce se păstrează până la frecvențe de peste 1 MHz.

Microconductoarele din cupru, cu diametrele cuprinse în intervalele 10 μm ...30 μm , sunt utilizate pentru realizarea componentelor radioelectronice și electrotehnice, care se utilizează la temperaturi cuprinse în intervalul 60°C...600°C și la tensiuni peste 1000 V.

Microconductoarele din Ni și Pt sunt utilizate la confecționarea traductoarelor termorezistive, termometre rezistive, termoanemometre etc.; izolația de sticlă a acestor microconductoare mărește rezistența lor în unele medii agresive.

Cercetătorii din acest institut sunt interesați în a fi solicitați pentru livrarea de microconductoare și mijloace de măsurare deja elaborate sau pentru elaborarea de microconductoare din aliaje noi, precum și la comanda de noi mijloace de măsurare.

Solicitările vor fi trimise pe adresa: 277068, Chișinău, str. Miron Costin, 5.1 AE, Telefoane: prefix 042—044.22.43 sau 44.03.98, Fax 0422—49 41 95, Telex: 163169 PTB SU.

Uzina „Micon”

Uzina „Micon”, fosta uzină „Microprovod”, colaborează cu „Institutul de Cercetări Științifice în Domeniul Construcțiilor Aparatelor Electrice din Chișinău „ELIRI” și fabrică în serie mijloace de măsurare electrice și componente electronice. Este un producător unic pe plan mondial care realizează produse pe bază de microconductoare izolate în sticlă.

Majoritatea aparatelor realizate se bazează pe microconductorul izolat în sticlă (ex. rezistoare de joasă și înaltă tensiune, comparatorul de rezistențe etc.) și pe circuite integrate (ex. teraohmmetrul digital automat, punte digitală

etc.). În tabelul 2 sunt date câteva produse realizate de către uzina „Micon”.

Cei interesați să obțină asemenea produse pot trimite solicitările pe adresa : 277060, Chișinău, Bulevardul Decebal 139, uzina „Micon”.

Tabelul 1

Nr. rt.	Denumirea mijlocului de măsurare	Caracteristici	Performanțe
0	1	2	3
1.	Rezistor în decade	Valoarea maximă a rezistenței $10^6 \Omega$ Nr. decade : 8	Clasă de exactitate 0,02
2.	Divizor de tensiune	Tensiunea nominală de intrare 30 kV Valori nominale ale coeficientului de divizare : 1000 ; 10 000	Clasă de exactitate 0,003
3.	Divizoare de înaltă tensiune	Valori nominale ale coeficienților de divizare : 1000 ; 10 000 Tensiuni nominale de intrare : 5 ; 10 ; 20 ; 30 kV	Clasă de exactitate 0,01
4.	Sursă de alimentare bipolară de înaltă tensiune	Interval de reglare a tensiunii de ieșire : 5 ... 8 kV Curent de sarcină 0 ... 200 μA	
5.	Sursă de alimentare pentru alimentarea diverselor aparate electroradiotehnice	Tensiuni de ieșire $5V \pm 1\%$ $15V \pm 3\%$	
6.	Amplificator cu nivel de zgomot mic și cu impedanțe de intrare	Bandă nominală de frecvență 0 ... 1000 Hz Valoare nominală a coeficientului de amplificare : 200 ; 500 ; 1000 ; 2000 Rezistență de intrare : 5 G Ω Tensiune de alimentare : $\pm 12 \pm 1,2 V$	Eroare maximă a coeficientului de amplificare $\pm 2\%$
7.	Filtru trece-jos cu comutație electronică a frecvenței (pentru selecția de frecvențe joase)	Valori nominale ale frecvențelor de rejecție la nivelul de minus 3 dB ; 8 ... 32 Hz Semnal de intrare : (valoare de vârf) 4 V Curent maxim consumat : 4 mA Rezistență de intrare : 1 M Ω	Deviere maximă a frecvențelor de rejecție de la valoarea nominală $\pm 10\%$ Modul al coeficientului de transmisie în bandă de trecere $1 \pm 0,05$
8.	Modulator de frecvență subpurtătoare	Bandă de frecvență de modulare a semnalului : 0 ... 32 Hz Amplitudine maximă a semnalului modulator : 1 V Tensiune de alimentare : $\pm 12 \pm 1,2 V$	Coeficient maxim de distorsiuni armonice de intrare 2% Derivă de temperatură a frecvenței subpurtătoare 2%

Tabelul 1 (continuare)

0	1	2	3
9.	Convertor de tensiune pentru alimentarea aparatelor de măsurat și a mijloacelor de automatizare protejat contra curentului de scurtcircuit în sarcină	Tensiuni de intrare : 21 ... 30 V Curent de sarcină : 0,05 ... 0,5 A Tensiune de ieșire : ± 15 V	
10.	Traductor de presiune excedentară a lichidelor și gazelor în semnal unificat	Interval de măsurare a presiunii : 1,0 ... 160 MPa Semnal ieșire : 0 ... 5 mA ; 0 ... 20 mA ; 4 ... 20 mA	Clase de exactitate : 0,25 ; 0,5
11.	Traductor de presiune statică și variabilă	Interval de măsurare : 0,04 ... 60 MPa Semnal de ieșire : 0 ... 5 V	Clase de exactitate : 1 ; 1,5
12.	Traductor de presiune și vacuum	Interval de convertire a presiunii : $5 \cdot 10^{-3} \dots 10^2$ mm c.m. maxim Curent maxim de lucru : 20 mA	Eroare relativă maximă 3 %
13.	Traductor de inducție magnetică	Coefficient de convertire : $(5 \pm 2) \cdot 10^{-3}$ V.s/T Coefficients de temperatură a coeficientului de convertire : $8 \cdot 10^{-5} \cdot K^{-1}$ Interval de temperatură de lucru : $(-268,8 \dots 80) ^\circ C$	
14.	Traductoare anemometrice pentru temperaturi înalte cu fir de platină sau platin-rhodium	Viteza maximă a curentului de aer : 200 ... 250 m/s	
15.	Traductor de umiditate relativă a aerului	Interval de măsurare : 12 ... 98 % Interval de temperatură : $+ 5 \dots 50 ^\circ C$	Clasa de exactitate : 3
16.	Traductoare de viteză și temperatură a curenților de aer	Interval de viteză : 0,1 ... 30 m/s Interval de temperatură : 0 ... 130 $^\circ C$	Clasa de exactitate pentru viteză : 2,5 Clasa de exactitate pentru temperatură : 2,0

Tabelul 2

Nr. crt.	Denumirea mijlocului de măsurare/componentei	Caracteristici	Performanțe
0	1	2	3
1.	Comparator de rezistențe electrice	Interval de măsurare a rezistențelor : $10^5 \dots 10^{12} \Omega$	Eroare maximă relativă : $0,0002 \dots 0,1 \%$
2.	Punte digitală	Interval de măsurare : $10^{-3} \dots 10^{15} \Omega$	Clase de exactitate : $0,05 \dots 10$
3.	Rezistoare etalon	Rezistență nominală : $10^5 \dots 10^8 \Omega$	Clasă de exactitate : $0,005$
4.	Rezistor în decade	Valoare nominală a rezistenței unei trepte $10^4 \dots 10^9 \Omega$	Clase de exactitate : $0,02 \dots 0,1$
5.	Termometru digital automat	Interval de măsurare a rezistenței : $2 \cdot 10^5 \dots 10^{15} \Omega$ Interval de reglare a tensiunii : $1 \dots 1000 \text{ V}$	Clasa de exactitate : 5
6.	Teraohmmetru digital	Interval de măsurare a rezistenței : $10^6 \dots 10^{15} \Omega$	Clase de exactitate : $1 \dots 5$
7.	Rezistoare confecționate din microconductoare	Valoarea nominală a rezistenței : $0,01 \dots 20 \text{ M}\Omega$	Clase de exactitate : $0,02 \dots 0,05$
8.	Rezistoare de înaltă tensiune fabricate din microconductoare	Valoarea nominală a rezistenței $10 \dots 250 \text{ M}\Omega$	
9.	Instalație pentru testarea kilovoltmetrelor și a divizoarelor de tensiune electrică în c.c.	Interval de tensiuni : $100 \dots 100\,000 \text{ V}$	Eroarea maximă relativă : $\pm 0,15 \%$
10.	Dispozitiv pentru testarea punților de măsurare a valorilor mari de rezistențe în c.c.	Rezistență nominală $1 \dots 1000 \text{ G}\Omega$	Clase de exactitate : $0,05 \dots 0,2$

A 13-a conferință internațională IMEKO TC — 3 „MĂSURĂRI DE FORȚE ȘI MASE” — Helsinki, 11 — 14 mai 1993

În perioada 11 — 14 mai 1993 a avut loc în incinta centrului expozițional din Helsinki cea de-a 13-a conferință internațională de măsurări de forțe și mase, organizată de Societatea Finlandeză de Automatică și sponsorizată de Confederația Internațională a Măsurărilor — IMEKO.

Au participat 89 de specialiști din 23 țări și un numeros public. În programul final al manifestării au fost incluse 56 de comunicări ale unor cunoscuți autori din 18 state, România ocupând un onorant loc secund în clasamentul pe națiuni întocmit după numărul de lucrări :

1	Germania	— 15
2	România	— 8
3 — 5	China	— 5
	Finlanda	— 5
	Italia	— 5
6	Anglia	— 4
7	Japonia	— 3

8 — 18 Ceha-Slovacia, Coreea de Sud, Egipt, Elveția, Franța, Polonia, Portugalia, Suedia, Ungaria, Iugoslavia și Slovenia — câte o lucrare.

Este de remarcat colaborarea pe linie metrologică dintre China și Italia, precum și demararea cooperării în domeniu între Physikalisch — Technische Bundesanstalt din Germania și instituții metrologice din Egipt și Brazilia. De altfel, grație sponsorizării P.T.B. care a suportat taxele de participare de 500 D.M. și a asigurat găzduirea la „Eurohostel” în capitala finlandeză, a fost posibil ca doi specialiști români să-și prezinte lucrările la înalta reuniune științifică :

— „Un nou traductor inductiv de forțe” — cercet. șt. princ. *D. M. Ștefănescu*, șef instrumentație I.M.F.D.Z. București ;

— „Măsurarea forțelor electrodinamice axiale la transformatoarele de înaltă tensiune” — dr. ing. *A. Marinescu*, director I.C.M.E.T. Craiova.

Comitetul Tehnic nr. 3 (Măsurări de Forțe și Mase) este unul dintre cele mai active din cadrul IMEKO. La ședința anuală, desfășurată în seara zilei de 11 mai 1993 la hotelul „Lord” din Helsinki, au participat delegați oficiali din 15 țări : S.U.A., Japonia, China, Coreea de Sud, Germania, Anglia, Franța, Italia, Spania, Finlanda, Danemarca, Suedia, Ungaria, Polonia și România (reprezentată de subsemnatul și bine integrată în comunitatea mondială la acest capitol). Au fost confirmați în funcțiile de președinte — *M. Peters*, Germania și, respectiv, vicepreședinte — *R. Jenkins*, Anglia și a fost ales secretar *A. Pusa*, Finlanda, în locul lui *A. Gizmajer*, Polonia, care se va pensiona. S-a de-

finitivat tema mesei rotunde care va avea loc în cadrul congresului mondial IMEKO XIII, Torino, septembrie 1994 : „Măsurări de forțe și cântăriri în condiții nonstatice”. De asemenea, s-a stabilit ca cea de-a 14-a conferință internațională de măsurări de forțe și mase să fie găzduită de Varșovia în septembrie 1995.

În zilele întrunirii participanții au avut ocazia să vizioneze cea mai mare expoziție de instrumentație organizată vreodată în Scandinavia, cu peste 150 de firme prestigioase din întreaga lume.

Ziua de 14 mai 1993 a fost dedicată unor excursii profesionale, în două variante :

— Centrul de Cercetări Tehnice, Centrul de Inspecții Tehnice, Centrul de Metrologie și Acreditare — instituții de interes național aflate în împrejurimile orașului Helsinki și descrise în frumoase broșuri de prezentare ;

— Laboratorul de forțe și mase, din reputata stațiune pentru sporturi de iarnă — Lahti. Am optat pentru ultima posibilitate, vizitând întreprinderea Raute Precision Oy, unde se fabrică o gamă largă de traductoare de forțe și instalații de cântărire, etalonarea realizându-se cu ajutorul unei mașini de forță — standard produsă de A. M. ERICHSEN GmbH.

În preajma nopților albe, ne-am bucurat de niște seri de neuitat. Am fost invitați la câteva recepții oficiale, memorabile fiind cea de la primăria capitalei (păstrând vechea fațadă, dar având o modernă arhitectură interioară) și cea de pe teritoriul unei foste baze militare sovietice (Upinniemi). Am degustat câteva specialități (hering, salmon, ren și celebravodecă finlandeză), într-o ambianță nepoluată și într-un spirit de neutralitate activă.

Am cunoscut un popor prietenos, viguros, sportiv, civilizat, cu o bună stăpânire a limbii engleze, deschis la noi contacte umane. Recunoscuta ospitalitate finică a permis și vizitarea ulterioară a universităților tehnologice din Tampere (profesor *Olli Aumala*) și Otaniemi (cercetător *Timo Nyberg*). La prima am susținut conferința „Studiul comparativ al sensibilității elementelor elastice ale traductoarelor cu ajutorul metodei elementelor finite” iar la cea de-a doua o proiecție de diapozitive color cu obiceiuri populare, biserici maramureșene din lemn și mănăstiri pictate din nordul Moldovei. Fabuloasele peisaje cu lacuri și păduri finlandeze, aureolate de lumina aurie, zborul impecabil cu avioanele ROMBAC ale companiei TAROM, escula de la DANTEST — laboratorul de forțe din Copenhaga și vremea însorită au încununat acest periplu scandinav.

Dan — Mihai Ștefănescu

Un nou document internațional OIML

Organizația Internațională de Metrologie Legală (OIML) a publicat recent Documentul Internațional D23 „Principiile controlului metrologic al echipamentului utilizat pentru verificare”.

Documentul (bilingv — engleză, franceză — 18 pagini) se referă la „echipamentul de verificare”, prin care se înțelege echipamentul (instalații, utilaje, aparatură etc.) utilizat la verificarea metrologică a mijloacelor de măsurare din domeniul metrologiei legale. Acesta include :

— etaloane de măsurare,

— aparate de măsurat auxiliare,
— echipament auxiliar.

În Document se dau exemple de asemenea echipament, care prezintă o mare varietate de structură, în funcție de domeniul considerat.

Controlul constă în :

— examinarea administrativă,
— încercarea funcțională,
— examinarea metrologică și
— etalonare.

Documentul prezintă modul în care se execută toate aceste operații.

Al 5-lea Simpozion Național de Metrologie București, 5—6 mai 1994

Devenit tradițional, Simpozionul Național de Metrologie reunește periodic specialiști din diferite domenii de activitate, interesați în progresele teoriei și tehnicii măsurărilor, ale aparatelor de măsurat și ale aplicațiilor acestora.

Anul celui de al 5-lea Simpozion Național de Metrologie coincide cu a 130-a aniversare a introducerii Sistemului Metric în România, prin promulgarea primei Legi a Măsurilor și Greutăților de către domnitorul Alexandru Ioan Cuza, în anul 1864.

Simpozionul va marca acest eveniment prin trecerea în revistă a dezvoltării metrologiei românești în acești 130 ani, dar mai ales prin evidențierea stadiului actual și tendințelor de dezvoltare în anii următori, în contextul schimbărilor tehnologice ce se înregistrează în întreaga lume.

Simpozionul va include sesiuni plenare, comunicări pe secții și sesiuni de afișe (poster).

Subiectele preferate, dar nu exclusive, sunt :

- etaloane de măsurare,
- metrologie industrială, interacțiunea metrologie-calitate,
- metrologie legală,
- teoria măsurării, principii și metode de măsurare, aplicații,
- aparate de măsurat,
- cooperarea internațională în metrologie.

Rezumatele comunicărilor propuse trebuie trimise secretariatului Simpozionului până la data de 15 decembrie 1993.

Informații se pot obține de la :

Institutul Național de Metrologie

Secretariatul Simpozionului Național de Metrologie

Șos. Vitan-Birzești 11, 75669 București
sau la telefoanele : 634.40.30 — 634.20.60
int. 106 sau 127.

PARTEA OFICIALĂ

Mijloace de măsurare din domeniile de interes public cărora li s-a acordat aprobare de model în anul 1992

1. În domeniul: MĂRIMI DE SPAȚIU ȘI TIMP

LUNGIME

1. *Rulete metalice cu lest* tip 414 cu aprobare de model nr. 497/92 pentru SC COMPETROL SA București, producător RICHTER Germania, valabilă până la 1.07.2002.

2. *Rulete metalice* tip 694 — cu aprobare de model nr. 496/92 pentru SC COMPETROL SA București, producător RICHTER Germania, valabilă până la 1.01.2002.

TIMP

1. *Echipament de măsurare a duratei convorbirilor telefonice interurbane* tip CCT-1 cu aprobare provizorie de model nr. 592/92 pentru SC SIAT SA București valabilă până la 30.07.1992 pentru 60 buc.

Caracteristici principale :

— eroare de bază $\pm 5\%$
— deservește 4 posturi operator a câte 8 linii fiecare

2. *Ceas de mână cu cuarț și afișaj analogic* cu aprobare de model nr. 513/92 pentru SC Mecanică Fină SA București, valabilă până la 01.04.2002.

3. *Contor de convorbire* tip RMGR — 2107 H.H cu aprobare provizorie de model nr. 508/92 pentru SC Mecanică Fină SA București, valabilă până la 31.05.1994 pentru 10.000 buc.

VITEZĂ LINEARĂ

1. *Instalație de măsurat viteza la locomotive și rame de metrou* cu aprobare de model 616/92 pentru SC Mecanică Fină București, valabilă până la 10.10.1994, pentru 500 buc.

Caracteristici principale :

— interval de măsurare 0...200 km/h
— clasa de exactitate 2,5

În domeniul: VOLUME

1. *Contor de gaz pentru uz casnic* tip J4 cu aprobarea provizorie de model nr. 514/92 pentru ROMGAZ S.A., fabricație DANDONG GAS METER — China, valabilă până la 31.05.1995

Caracteristici principale :

— debit max. : 6 m³/h
— debit min. : 0,04 m³/h
— erori tolerate : $\pm 3\%$ pentru valori până la $2 \times 0,4$ m³/h

$\pm 2\%$ pentru valori mai mari de $2 \times 0,04$ m³/h

2. *Instalație etalon cu clopot pentru verificarea metrologică a contoarelor de gaz* cu aprobarea de model nr. 520/92 pentru S.C. Industrie mică și prestații Tg. Mureș, valabilă până la 31.06.2002.

Caracteristici principale :

— capacitate clopot : 1 000 dm³
— debit max. : 100 m³/h
— presiunea sub clopot : 160 mm H₂O
— eroare : $\pm 1\%$ din vol. max.

3. *Ansamblu de măsurare a debitului de gaze naturale* tip FQ 180 cu aprobare de model provizorie nr. 649/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING — Franța valabilă până la 31.03.1994.

4. *Contor de gaz pentru uz casnic* tip J4 cu aprobare provizorie de model nr. 668/92 pentru AMC INTERNATIONAL — București, fabricație GAZ METER FACTORY DAN-DONG China, valabilă până la 31.12.1994.

Caracteristici principale

— debit max. : 6 m³/h
— debit min. : 0,04 m³/h
— eroarea tolerată : $\pm 2\%$ pt. valori mai mari de $2 \times 0,04$ m³/h
 $\pm 3\%$ pentru valori mai mici de $2 \times 0,04$ m³/h

5. *Contor de gaz pentru uz casnic* tip U₃ cu aprobare provizorie de model nr. 667/92 pentru firma AMC INTERNATIONAL București, fabricație AUTOMATIC INSTRUMENT FACTORY TIAN-JIN-China, valabilă până la 31.12.1994.

6. *Contor de apă rece cu mecanism umed* D_n 20 cu aprobare de model nr. 492/92 pentru SC PRECIZIA SA București, valabilă până la 31.12.2002

Caracteristici principale :

— debit nominal : 2,5 m³/h
— clasă metrologică : B

7. *Contor cu roți ovale dințate* — CRO D_n 80 Bz cu aprobare provizorie de model nr. 521/92 pentru SC MECANICĂ FINĂ SA, valabilă până la 30.06.1996

Caracteristici principale :

— debit max. : 1200 dm³/min
— debit min. : 180 dm³/min
— eroare tolerată : $\pm 1\%$

8. *Contor cu roți ovale dințate* CRO D_n 50 Inox cu aprobare provizorie de model nr. 522/92 pentru SC MECANICA FINA SA, valabilă până la 30.06.1994

Caracteristici principale :

- debit max. : 300 dm³/min
- debit min. : 45 dm³/min
- eroare tolerată : $\pm 1\%$

9. *Contor de apă rece cu mecanism uscat și acționare cu jet multiplu tip OPTIMA D_n 50 ; D_n 80 ; D_n 100 și D_n 150 mm, cu aprobare provizorie de model nr. 533/92 și aprobare de model 572/92 pentru SC TRANS TUR LOTUS V.Z. SRL Oradea, de fabricație MOM SA Ungaria, valabilă până la 31.12.1992 și respectiv 31.08.2002.*

Caracteristici principale :

- debit nominal : 15 m³/h pentru D_n 50
- 25 m³/h pentru D_n 80
- 35 m³/h pentru D_n 100
- 75 m³/h pentru D_n 150
- clasă metrologică : B

10. *Contor de apă rece tip S — 1/2" și acționare monojet cu aprobare provizorie de model nr. 534/92 pentru ADAMIROM SA București, fabricație ARAD Ltd Dalia-Israel, valabilă până la 31.12.1992.*

Caracteristici principale :

- debit nominal : 1,5 m³/h
- clasă metrologică : B

11. *Contor de apă rece tip M multijet cu aprobare provizorie de model nr. 536/92 pentru SC ADAMIROM SA București, fabricație ARAD Ltd Dalia — Israel, valabilă până la 31.12.1992.*

Caracteristici principale :

- diametru : 1/2" ... 1 1/2"
- debit nominal : 2,5 ... 10 m³/h
- clasă metrologică : B
- cu transmisie magnetică

12. *Contor de apă rece tip WT turbo cu aprobare provizorie de model nr. 538/92 pentru SC ADAMIROM SA București, fabricație ARAD Ltd Dalia — Israel, valabilă până la 31.12.1992.*

Caracteristici principale :

- diametru : 2" ... 8"
- debit nominal : 40 ... 450 m³/h
- clasă metrologică : B
- cu dublă transmisie magnetică

13. *Contor de apă rece tip WMC Woltman cu aprobare provizorie de model nr. 539/92 pentru SC ADAMIROM SA București, fabricație ARAD Ltd Dalia-Israel, valabilă până la 31.12.1992*

Caracteristici principale :

- diametru : 2" ... 8"
- debit nominal : 15 ... 365 m³/h
- clasă metrologică : B
- cu transmisie magnetică

14. *Contor de apă rece tip WMI, Woltman cu aprobare provizorie de model nr. 541/92 pentru S. C. ADAMIROM S.A. — București, fabricație ARAD Ltd Dalia — Israel, valabilă până la 31.12.1992*

Caracteristici principale :

- diametru : 10" ... 12"
- debit nominal : 540 și 720 m³/h
- clasă metrologică : B
- cu transmisie magnetică

15. *Contor de apă rece cu mecanism uscat, monojet tip ETK, cu aprobare provizorie de model nr. 543/92, fabricație ZENNER Wasseerzählerfabrik GmbH — Germania, valabilă până la 31.12.1992.*

Caracteristici principale :

- debit nominal : 1,5 și 2,5 m³/h
- diametru nominal : 20 mm
- clasă metrologică : A

16. *Contor de apă rece cu mecanism uscat, monojet tip PRIMOM (7710) cu aprobare provizorie de model nr. 573/92 pentru SC.. TRAN-TUR-LOTUS V&Z SRL — Oradea, fabricație MOM S.A. — Ungaria, valabilă până la 31.03.1993*

Caracteristici principale :

- diametru nominal : 13 mm
- debit nominal : 1,5 m³/h
- clasă metrologică : B pentru poziția de montare orizontală ;
- A pentru poziția de montare verticală

17. *Contor pentru apă rece cu mecanism umed, multijet tip OPTIMA SUPER PLUS, cu aprobare provizorie de model nr. 575/92 pentru S.C. TRANS-TUR-LOTUS V&Z SRL — Oradea, fabricație MOM — Ungaria, valabilă până la 31.03.1993.*

Caracteristici principale :

- diametru nominal : 13 mm (7708) ; 20mm (7709)
- debit nominal : 1,5 m³/h (7708) ; 2,5 m³/h (7709)
- clasă metrologică : B
- poziție de montaj : orizontal (H)

18. *Contor de apă rece cu mecanism uscat, monojet tip ETK și UETK cu aprobare provizorie de model nr. 577/92 pentru ZENNER Wassezählerfabrik GmbH Germania valabilă până la 31.03.1993*

Caracteristici principale :

- debit nominal : 1,5 m³/h și 2,5 m³/h
- diametru nominal : 20 mm
- clasă metrologică : A
- poziția de montaj : orizontal (H) și vertical (V)

19. *Contor de apă rece cu mecanism uscat, multijet tip MTK cu aprobarea provizorie de model nr. 578/92 pentru ZENNER Wasserzählerfabrik GmbH — Germania valabilă până la 31.03.1993.*

Caracteristici principale :

- debit nominal : 2,5 m³/h și 6 m³/h

- diametru nominal : 20 mm la debit nominal de 2,5 m³/h
- 25 mm la debit nominal 6 m³/h

- clasa metrologică : B
- poziția de montare : orizontală

20. *Contor de apă rece cu mecanism umed, multijet* tip MNK cu aprobare provizorie de model nr. 579/92 pentru K.A. ZENNER Wasserzählerfabrik GmbH — Germania, valabilă până la 31.03.1993.

Caracteristici principale :

- debit nominal : 1,5 m³/h ... 15 m³/h
- diametru nominal : 20 mm și 40 mm
- clasa metrologică : B
- poziția de montaj : orizontală

21. *Contor de apă rece Woltman* tip WS cu aprobare provizorie de model nr. 581/92 pentru K.A. ZENNER Wasserzählerfabrik GmbH — Germania, valabilă până la 31.03.1993

Caracteristici principale :

- debit nominal : 15 m³/h ... 40 m³/h
- diametru nominal : 50 mm ... 80 mm
- clasa metrologică : A pentru tipul WS 50
B pentru tipul WS 65 și WS 80
- poziție de montaj : orizontal (H)

22. *Contor de apă rece Woltman* tip WP cu aprobare provizorie de model 582/92 pentru K.A. ZENNER Wasserzählerfabrik GmbH Germania, valabilă până la 31.03.1993

Caracteristici principale :

- debit nominal : 15 ... 25 m³/h
- diametru nominal : 50 ... 200 mm
- clasa metrologică : A pentru WP 50
B pentru WP 65 ... 200
- poziție de montaj : orizontal (H) și vertical (V)

23. *Contor de apă rece Woltman* tip WPH cu aprobare provizorie de model 583/92 pentru K.A. ZENNER Wasserzählerfabrik GmbH — Germania, valabilă până la 31.03.1993

Caracteristici principale :

- debit nominal 15 ... 400 m³/h
- diametru nominal : 50 ... 250 mm
- clasa metrologică : A pentru WPH 50
B pentru WPH 65 ... 250
- poziție de montaj : orizontal (H) și vertical (V)

24. *Contor de apă rece de apartament cu mecanism uscat, monojet* tip USF cu aprobare provizorie de model nr. 585/92, pentru ELIN Wasserwerkstechnik GmbH — Austria, valabilă până la 31.03.93.

Caracteristici principale :

- debit nominal : 1,5 m³/h
- diametru nominal : 15 mm

- clasa metrologică : B pentru poziție orizontală (H)
A pentru poziție verticală (V)

25. *Contor de apă rece pentru consum casnic, cu mecanism umed, multijet* tip RG cu aprobare provizorie de model nr. 586/92 pentru ELIN Wasserwerkstechnik — Austria, valabilă până la 31.03.1993.

Caracteristici principale :

- debit nominal : 1,5 ; 2,5 ; 10 ; 15 m³/h
- clasă metrologică : B pentru poziție de montaj orizontală (H)

26. *Contor de apă rece Woltman cu ax vertical* tip WS-CS cu aprobare provizorie de model nr. 588/92 pentru EDIN Wasserwerkstechnik GmbH — Austria.

Caracteristici principale :

- debit nominal : 15 ; 25 ; 40 ; 60 și 150 m³/h
- diametru nominal : 50 ; 65 ; 80 ; 100 ; 150 mm
- clasa metrologică : B
- poziția de montaj : orizontal

27. *Contor de apă rece Woltman cu ax orizontal* tip WP-Cp cu aprobare provizorie de model nr. 589/92 pentru ELIN Wasserwerkstechnik GmbH — Austria.

Caracteristici principale :

- debit nominal : 15 m³/h
- diametru nominal : 50 mm
- clasa metrologică : A
- poziția de montaj : orizontal H

28. *Contor de apă rece* tip WEG 50 cu aprobare provizorie de model nr. 607/92 pentru Regia generală de apă — București, producător FLONIC SCHLUMBERGER — Franța, valabilă până la 31.12.1992.

Caracteristici principale :

- debit nominal : 25 m³/h
- diametru nominal : 50 mm
- clasa metrologică : B
- poziție de funcționare : oricare

29. *Contor de apă rece* tip WEG 100 cu aprobare provizorie de model nr. 608/92 pentru Regia generală de apă — București, producător FLONIC SCHLUMBERGER — Franța, valabilă până la 31.12.92.

Caracteristici principale :

- debit nominal : 100 m³/h
- diametru nominal : 100 mm
- clasa metrologică : B
- poziția de funcționare : orizontală

30. *Contor de apă rece* tip WEG 150 cu aprobare provizorie de model nr. 609/1992 pentru Regia generală de apă — București, producător FLONIC SCHLUMBERGER — Franța, valabilă până la 31.12.1992.

Caracteristici principale :

- debit nominal : 250 m³/h
- diametru nominal : 150 mm

- clasa metrologică : *B*
- poziția de funcționare : oricare
- 31. *Contor de apă rece* tip WEG 200 cu aprobare provizorie de model nr. 610/92 pentru Regia generală de apă — București, producător FLONIC SCHLUMBERGER — Franța, valabilă până la 31.12.1992.

Caracteristici principale :

- debit nominal : 400 m³/h
- diametru nominal : 200 mm
- clasa metrologică : *B*
- poziția de funcționare : oricare

- 32. *Contor de apă rece* tip DS 78 TBR cu aprobare provizorie de model nr. 614/92 pentru SAFAR S.A. — București producător MADDALENA SRL — Italia, valabilă până la 30.06.1993.

Caracteristici principale :

- debit nominal : 1,5 ... 15 m³/h
- clasa metrologică : *B*
- culoare : albastră

- 33. *Contor de apă rece* tip WMAC-Woltman cu aprobare provizorie de model nr. 615/92 pentru S.C. SAFAR S.A. — București, producător MADDALENA SRL — Italia valabilă până la 30.06.1993.

Caracteristici principale :

- debit nominal : 10 ... 750 m³/h
- clasa metrologică : *B*
- culoare : albastră

- 34. *Contor de apă rece* tip WHR cu aprobare provizorie de model nr. 629/92 pentru S.C. PRECIZIA S.A. — București, valabilă până la 31.03.1993.

Caracteristici principale :

- debit nominal : 15 ... 100 m³/h
- diametru nominal : 50 ... 125 mm
- clasa metrologică : *B*
- culoare : albastră

- 35. *Contor de apă rece* tip S monojet cu aprobare provizorie de model nr. 640/92 pentru ADMIROM S.A. — București, producător ARAD Ltd DALIA — Israel, valabilă până la 31.12.2002.

Caracteristici principale :

- debit nominal : 1,5 m³/h
- diametru nominal : 1/2"
- transmisie magnetică

- 36. *Contor de apă rece* tip M multijet cu aprobare provizorie de model nr. 642/92 pentru ADMIROM S.A. — București, producător ARAD Ltd DALIA — Israel, valabilă până la 31.12.2002.

Caracteristici principale :

- debit nominal : 2,5 ... 10 m³/h
- diametru nominal : 1/2" ... 1. 1/2"
- transmisie magnetică

- 37. *Contor de apă rece* tip WT turbo cu aprobare de model nr. 644/92 pentru ADMIROM

S.A. — București, fabricație ARAD Ltd DALIA Israel, valabilă până la 31.12.2002.

Caracteristici principale :

- debit nominal 40 ... 450 m³/h
- diametru nominal : 2" ... 8"
- cu dublă transmisie magnetică

- 38. *Contor de apă rece* tip WMC, Woltman cu aprobare de model nr. 645/92 pentru ADMIROM S.A. — București, fabricație ARAD Ltd DALIA — Israel, valabilă până la 31.12.2002.

Caracteristici principale :

- debit nominal 15 ... 365 m³/h
- diametru nominal : 2" ... 8"
- transmisie magnetică

- 39. *Contor de apă rece* tip WMI, Woltman cu aprobare de model nr. 647/92 pentru ADMIROM S.A. — București produse de ARAD Ltd DALIA — Israel, valabilă până la 31.12.2002.

Caracteristici principale :

- debit nominal : 540 ... 720 m³/h
- diametru nominal : 10" și 12"
- transmisie magnetică

- 40. *Contor de apă potabilă* D_n 20 cu aprobare de model nr. 665/92 pentru S.C. VICTORIA S.A. Arad, valabilă până la 31.12.2002.

Caracteristici principale :

- debit nominal : 2,5 m³/h
- diametru nominal : 20 mm

- 41. *Contor de apă rece* tip WPH-HM cu elice Woltman cu ax orizontal cu aprobare de model nr. 669/92, pentru Regia Autonomă Apă Canal-Satu Mare, producător BOPP REUTHER — Germania.

Caracteristici principale :

- debit nominal : 250 m³/h
- diametru nominal 200 mm

- 42. *Instalație etalon pentru verificarea contoarelor de viteză (apometre) cu o cameră de măsurare* cu aprobare de model nr. 666/92 pentru S.C. VICTORIA S.A. — Arad, valabilă până la 31.12.2002.

Caracteristici principale :

- pentru contoare până la diametru nominal de 40 mm

- 43. *Contor de apă caldă* tip SH monojet cu aprobare provizorie de model nr. 535/92 pentru ADMIROM S.A. — București, producător ARAD Ltd DALIA Israel, valabilă până la 31.12.1992.

Caracteristici principale :

- debit nominal : 1,5 m³/h
- diametru nominal : 1/2"

- 44. *Contor de apă caldă* tip MH multijet cu aprobare provizorie de model nr. 537/92 pentru ADMIROM S.A. București, producător ARAD Ltd DALIA — Israel, valabilă până la 31.12.1992.

Caracteristici principale :

- debit nominal : 2,5 ... 10 m³/h

— diametru nominal : 1/2" ... 1.1/2"

— transmisie magnetică

45. *Contor de apă caldă* tip WMC-H, Woltman cu aprobare de model nr. 540/92 pentru ADAMIROM S.A. București, producător, ARAD Ltd DALIA — Israel, valabilă până la 31.12.1992.

Caracteristici principale :

— debit nominal : 15 ... 365 m³/h

— diametru nominal : 2" ... 8"

— transmisie magnetică

46. *Contor pentru apă caldă și mecanism uscat, monojet* tip EIW, cu aprobare de model nr. 542/92 pentru ZENNER Wasserzählerfabrik GmbH — Germania, valabilă până la 31.12.1992.

Caracteristici principale :

— diametru nominal : 15 mm

— clasa metrologică : B

— poziție de montaj : orizontal (H)

47. *Contor pentru apă caldă cu mecanism uscat și monojet*, tip PRIMOM (7715) cu aprobare de model nr. 574/92 pentru S.C. TRANS-TUR-LOTUS V & Z SRL — Oradea, producător MOM S.A. — Ungaria, valabilă până la 31.03.1993.

Caracteristici principale :

— debit nominal : 1,5 m³/h

— temperatura maximă a apei 90°C

— clasa metrologică : B pentru poziție orizontală (H)

A pentru poziție verticală (V)

48. *Contor de apă caldă cu mecanism uscat, monojet*, tip ETW și UETW cu aprobare de model nr. 576/92 pentru ZENNER Wasserzählerfabrik — Germania, valabilă până la 31.03.1993.

Caracteristici principale :

— debit nominal : 1,5 m³/h și 2,5 m³/h

— temperatura maximă a apei 90°C

— clasa metrologică A pentru poziția de montaj verticală (V)

B pentru poziția de montaj orizontală (H)

49. *Contor pentru apă caldă cu mecanism uscat multijet* tip MTW cu aprobare provizorie de model nr. 580/92 pentru ZENNER Wasserzählerfabrik GmbH — Germania, valabilă până la 31.03.1992.

Caracteristici principale :

— debit nominal : 1,5 ... 6 m³/h

— temperatura maximă a apei : 90°C

— clasa metrologică : B

— poziția de montaj : orizontală (H)

50. *Contor pentru apă caldă de apartament cu mecanism uscat, monojet*, tip USC cu aprobare provizorie de model nr. 584/92 pentru ELIN

Wasserwerkstechnik GmbH — Austria, valabilă până la 31.03.1992.

Caracteristici principale :

— debit nominal : 1,5 m³/h

— diametru nominal : 15 mm

— clasa metrologică : A pentru poziția verticală (V)

B pentru poziția orizontală (H)

— temperatura maximă a apei : 90°C

51. *Contor de apă caldă cu mecanism uscat, multijet*, tip MW și MW-EN cu aprobare de model nr. 587/92 pentru ELIN Wasserwerkstechnik GmbH — Austria, valabilă până la 31.03.1993

Caracteristici principale :

— debit nominal : 1,5 ; 2,5 ; 6 ; 10 ; 15 m³/h

— temperatura maximă a apei 90°C

— clasa metrologică : B

— poziție de montaj : orizontală

52. *Contor de apă caldă Woltman cu ax orizontal* tip WP-CP și WP-CP-EN cu aprobare provizorie de model nr. 590/92 pentru ELIN Wasserwerkstechnik GmbH — Austria valabilă până la 31.03.1993.

Caracteristici principale :

— debit nominal : 15 m³/h

— diametru nominal : 50 mm

— temperatura maximă a apei 130°C

— clasa metrologică : A

— poziție de montaj : orizontală (H)

53. *Contor de apă caldă* tip WHC cu aprobare provizorie de model nr. 630/1993 pentru S.C. PRECIZIA S.A. — București, valabilă până la 31.03.1993.

Caracteristici principale :

— debit nominal : 15 ... 100 m³/h

— diametru nominal : 50 ... 125 mm

— culoarea corpului : roșie

— clasa metrologică : A

— poziție de montaj : orizontal (H)

54. *Contor de apă caldă* tip SH monojet cu aprobare de model nr. 641/92 pentru ADAMIROM S.A. — București, producător ARAD Ltd DALIA — Israel, valabilă până la 31.12.2002.

Caracteristici principale :

— debit nominal : 1,5 m³/h

— diametru nominal : 1/2"

— cu transmisie magnetică

55. *Contor de apă caldă* tip MH multijet cu aprobare de model nr. 643/92 pentru ADAMIROM S.A. — București, producător ARAD Ltd DALIA — Israel, valabilă până la 31.12.2002.

Caracteristici principale :

— debit nominal : 2,5 ... 10 m³/h

— diametru nominal : 1/2" ... 1 1/2"

— transmisie magnetică

56. *Contor de apă caldă* tip WMC-H, Woltman cu aprobare de model nr. 646/92 pentru ADAMIROM S.A. — București, producător ARAD

Ltd DALIA — Israel, valabilă până la 31.12.2002.

Caracteristici principale :

- debit nominal : 15 ... 365 m³/h
- diametru nominal : 2" ... 8"
- transmisie magnetică

57. *Contor de apă caldă și rece* tip CD 74 TBR cu aprobare provizorie de model nr. 611/92 pentru SAFAR S.A. București, producător MADDALENA S.R.L. — Italia, valabilă până la 30.06.1993.

Caracteristici principale :

- apă rece : culoare albastră
- apă caldă : culoare roșie
- debit nominal : 1,5 ... 5 m³/h
- temperatura de lucru înscrisă pe cadran
- clasa metrologică : B

58. *Contor de apă caldă și rece* tip CD 74 TRP cu aprobare provizorie de model nr. 612/92 pentru SAFAR S.A. București, producător MADDALENA S.R.L. — Italia, valabilă până la 30.06.1993.

Caracteristici principale :

- apă rece : culoare albastră
- apă caldă : culoare roșie
- debit nominal : 1,5 ... 6 m³/h
- temperatura : înscrisă pe cadran
- clasa metrologică : B

59. *Contor de apă caldă și rece* tip DS 78 TRP cu aprobare provizorie de model nr. 613/92 pentru SAFAR S.A. București, producător MADDALENA SRL — Italia, valabilă până la 30.06.1993.

Caracteristici principale :

- apă rece : culoare albastră
- apă caldă : culoare roșie
- temperatura de lucru : înscrisă pe cadran
- debit nominal : 1,5 ... 15 m³/h
- clasa metrologică : B

60. *Pahare din sticlă incoloră și transparentă de formă tronconică*, cu aprobare de model nr. 526/92 pentru KB MARKET SRL valabilă până la 15.06.2002.

Caracteristici principale :

- volume nominale : 50 ; 100 ; 200 ml
- erori tolerate : ± 3 ; ± 4 ; ± 5 ml

61. *Măsură de volum folosite la măsurarea materiilor uscate* cu aprobare de model nr. 557/92 pentru S.C. MECAF SRL valabilă până la 31.07.2002.

62. *Aparat pentru alimentat autovehicule* cu aprobare de model nr. 571/92 pentru S.C. COMPETROL S.A. fabricat de TOKHEIM — USA valabilă până la 31.08.2002.

Caracteristici principale :

- debit maxim : 50 dm³/min
- debit minim : 5 dm³/min
- eroare tolerată : $\pm 0,5\%$
- livrare minimă : 2 dm³

63. *Aparat pentru determinarea consumului de combustibil la motoarele cu ardere internă ale autovehiculelor* tip AF3/EUF 80 m cu aprobare de model nr. 618/92 pentru ROMATEST S.A. București, producător Fovarosi Finsmmechanical Vallalat — Ungaria, valabilă până la 30.11.2002.

Caracteristici principale :

- volum maxim măsurat : 99,99 dm³
- volum ciclic : 10 cm³
- eroare tolerată maximă : $\pm 0,5\%$

64. *Pompă pentru distribuit carburant* tip DCE 1 cu aprobare de model nr. 633/92 pentru UZTEL S.A. Ploiești valabilă până la 30.11.2002.

Caracteristici principale :

- debit maxim : 50 dm³/min
- debit minim : 5 dm³/min
- livrare minimă : 5 dm³

65. *Echipament pentru supravegherea distribuției produselor petroliere* tip SELF 101 cu aprobare de model nr. 664/92 pentru FEA S.A. București valabilă până la 31.12.2002.

În domeniul : MĂRIMI MECANICE

MASA

1. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip DS-430 cu aprobare provizorie de model nr. 424-1/1992, pentru S.C. FEPER S.A. București, producător DIGI — Singapore valabilă până la 01.01.1994 pentru 2.000 buc.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 15 kg și 6 kg
- limita min. de cântărire : 40 g
- valoarea diviziunii : 2 g pentru limita max. de 6 kg
5 g pentru limita max. de 15 kg

2. *Balanță electronică „ANGEL”* tip 15M-HU cu aprobare de model provizorie nr. 447/1992 pentru I.I.R.U.C. Cluj-Napoca, producător CAS-COMPUTING SCALE — Republica Coreea, valabilă pentru import 3 000 buc.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 15 kg
- limita min. de cântărire : 100 g
- valoarea diviziunii : 5 g

3. *Balanță electronică „ANGEL”* tip 15M-HU cu aprobare de model provizorie nr. 450/92 pentru S.C. MATHEUS-COMEXIM SRL Oradea, producător CAS-COMPUTING SCALE — Republica Coreea, valabilă pentru import 3 000 buc.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 15 kg
- limita min. de cântărire : 100 g
- valoarea diviziunii : 5 g

4. *Balanță electrică cu afișarea prețului* tip SC-15P cu aprobare de model nr. 460/92 pentru ARI ELECTRONICS INVESTMENT SRL — București, producător SHANG-CHUEN Co LTD — Republica Coreea, valabilă până la 01.03.2002.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 15 kg
- limita min. de cântărire : 100 g
- valoarea diviziunii : 5 g

5. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip R-210 cu aprobarea de model nr. 464/1992 producător și solicitant YAMATO—Japonia — filiala Ungaria, valabilă până la 01.01.1996.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 10 kg
- limita min. de cântărire : 100 g
- valoarea diviziunii : 5 g

6. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip „ANGEL” 15 MX, cu aprobarea de model nr. 485/92 pentru XEROX COPY-SERVICE Arad, producător CAS-COMPUTING SCALE — Republica Coreea, valabilă până la 01.01.1994 pentru 200 buc.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 15 kg
- limita min. de cântărire : 100 g
- valoarea diviziunii : 5 g

7. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip ESP-10 cu aprobarea provizorie de model nr. 489/92 pentru Agenția de Comerț și Comunicații București, producător TAIWAN, valabilă până la 01.01.1995.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 10 kg
- limita min. de cântărire : 200 g
- valoarea diviziunii : 10 g

8. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip ESP-20 cu aprobarea provizorie de model nr. 490/92 pentru S.C. I.A.V. Ex-Cluj Napoca, producător TAIWAN, valabilă până la 01.01.1995.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 20 kg
- limita min. de cântărire : 200 g
- valoarea diviziunii : 20 g

9. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip 581 cu aprobarea provizorie de model nr. 491/92 pentru DANIRA TRADING SRL — București, producător SCHENIBER BERKEL — Austria, valabilă până la 01.01.1994.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 15 kg
- limita min. de cântărire : 100 g
- valoarea diviziunii : 5 g

10. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip NOVA—60 cu aprobarea provizorie de model nr. 493/1/92 pentru firma ISYS București, producător ISHIDA SCALES Republica Coreea, valabilă până la 01.01.1996

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 6 kg
- limita min. de cântărire : 40 g
- valoarea diviziunii : 2 g

11. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip NOVA—150 cu aprobarea provizorie de model nr. 493/2/92, pentru firma ISYS București producător ISHIDA SCALES Republica Coreea, valabilă până la 01.01.1995.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 15 kg
- limita min. de cântărire : 100 g
- valoarea diviziunii : 5 g

12. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip NOVA—60 cu aprobarea provizorie de model nr. 495/1/92, pentru firma TORNADO SRL București, producător ISHIDA SCALES — Republica Coreea, valabilă până la 01.01.1995.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 6 kg
- limita min. de cântărire : 40 g
- valoarea diviziunii : 2 g

13. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip NOVA 150 cu aprobarea provizorie de model nr. 495/2/92, pentru firma TORNADO SRL București, producător ISHIDA SCALES — Republica Coreea, valabilă până la 01.01.1995.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 15 kg
- limita min. de cântărire : 100 g
- valoarea diviziunii : 5 g

14. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip J617 cu aprobare provizorie de model nr. 500/92 pentru firma TOP EDGE ENGINEERING SRL — Craiova, producător TESTUT Franța, valabilă până la 01.01.1994.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 15 kg
- limita min. de cântărire : 100 g
- valoarea diviziunii : 5 g

15. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip PRO 6000 — PRO 7500 ; PRO 9000 cu aprobare provizorie de model nr. 501/1/92 pentru firma ROMANIAN BUSINESS CONSULT SRL București, producător BIZERBA WERKE KRAUT GMBH — Germania valabilă pentru 6000 buc/an până în 1996.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 15 kg
- limita min. de cântărire : 40 g
- valoarea diviziunii : 2 g

16. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip NEP cu aprobarea provizorie de model nr. 502/92 pentru firma THE AGENCY OF COMMERCE AND COMMUNICATION București, producător UNIVERSAL WEIGHT ENTERPRISE Co LTD — Taiwan, valabilă pentru 5000 buc până în 1996.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 15 kg

- limita min. de cântărire : 100 g
- valoarea diviziunii : 5 g

17. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip DS-381 cu aprobare provizorie de model nr. 443/1/92 pentru S.C. FEPEP S.A. — București, producător DIGI-TWS — Singapore, valabilă până la 01.01.1994.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 15 kg
- limita min. de cântărire : 40 g pe intervalul 0 ... 6 kg
100 g pe intervalul 6 ... 15 kg
- valoarea diviziunii : 2 g pentru intervalul 0 ... 6 kg
5 g pentru intervalul 6 ... 15 kg

18. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip ANGEL 15 M, cu aprobarea provizorie de model nr. 523/92, pentru S.C. APOLLODOR SEV SRL Turnu Severin, producător ELECTRONICA SMEDERVO—YUGOSLAVIA, valabilă pentru 1 buc.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 15 kg
- limita min. de cântărire : 100 g
- valoarea diviziunii : 5 g

19. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip P180 cu aprobarea provizorie de model nr. 545/92 pentru firma ROMANIAN TRADE PROMOTION SA București, producător BULLET — ISRAEL, valabilă până la 01.06.1994

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 20 kg
- limita min. de cântărire : 40 g
- valoarea diviziunii : 2 g pe intervalul 0 ... 2 kg
5 g pe intervalul 2 ... 20 kg

20. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip ANGEL 30EX cu aprobarea provizorie de model nr. 546/92 pentru firma DINMAR SRL București, producător CAS — COMPUTING SCALE Republica Coreea, valabilă până la 01.01.1995.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 30 kg
- limita min. de cântărire : 200 g
- valoarea diviziunii : 10 g

21. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip GF 15 cu aprobarea provizorie de model nr. 551/92 pentru S.C. FEPA S.A. Bârlad, producător SALES & DEMANDS Taiwan, valabilă până la 01.06.1994.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 15 kg
- limita min. de cântărire : 100 g
- valoarea diviziunii : 5 g

22. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip ANGEL 15M cu aprobarea provizorie de model nr. 559/92 pentru firma ROMORTEH-

NICA SRL, producător CAS COMPUTING SCALE — Republica Coreea, valabilă până la 01.06.1995

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 15 kg
- limita min. de cântărire : 100 g
- valoarea diviziunii : 5 g

23. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip ANGEL 15M cu aprobarea provizorie de model nr. 594/92, pentru firma DINMAR București, producător CAS COMPUTING SCALE — Republica Coreea, valabilă până la 01.01.95

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 15 kg
- limita min. de cântărire : 100 g
- valoarea diviziunii : 5 g

24. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip METTLER cu aprobare de model 600/92 pentru firma GOLDEN STAR — București, producător CAPRICORN LTD — Elveția, valabilă până la 01.01.2002, pentru 2 buc.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 200 g
- limita min. de cântărire : 0,2 g
- valoarea diviziunii : 0,01 g

25. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip SNOWREX KP-80 cu aprobarea provizorie de model nr. 515/92, pentru ICE FELIX COMPUTER SA București, producător SNOWREX INTERNATIONAL Co LTD — Taiwan, valabilă până la 31.08.1992

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 30 kg
- limita min. de cântărire : 200 g
- valoarea diviziunii : 10 g

26. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip TANITA seria nr. 1478 (1 buc) cu aprobarea de model nr. 601/92 pentru firma ELEGANCE PROIECT București producător TANITA — Japonia, valabil până la data de 01.01.2002.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 10 g
- limita min. de cântărire : 0,2 g
- valoarea diviziunii : 0,01 g

27. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip METTLER PJ400 cu aprobarea de model nr. 599/92 pentru firma GOLDEN FALCON SRL — Elveția, valabilă până la 01.01.2002 — pentru 3 buc.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 36 g
- limita min. de cântărire : 0,2 g
- valoarea diviziunii : 0,01 g

28. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip ANGEL 15 MX cu aprobarea provizorie de model nr. 569/92 pentru S.C. AUTOMATICA SA București, producător CAS COMPUTING

SCALE — Republica Coreea, valabilă până la 15.06.1993.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 15 kg
- limita min. de cântărire : 100 g
- valoarea diviziunii : 5 g

29. *Balanță electronică cu afișarea prețului* tip HS-M 7000 P cu aprobarea provizorie de model nr. 627/92 pentru S.C. Balanța SA Sibiu — producător HANA INSTRUMENTS Co LTD — Republica Coreea, valabilă până la 31.01.1993.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 15 kg
- limita min. de cântărire : 100 g
- valoarea diviziunii : 5 g

30. *Greutăți de lucru* clasă 5 de 100 g ; 200 g ; 500 g ; 1 kg și 2 kg cu aprobare provizorie de model nr. 486/92 pentru SC METALCAR SA Sibiu, produse de aceeași societate METALCAR SA Sibiu, valabilă până la 30.12.1994.

31. *Balanță compusă cu taler tronconic* tip MB-G—001 cu aprobare provizorie de model nr. 498/92 pentru SC ELMET S.A. Cluj Napoca, valabilă pentru 5000 buc.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 10 kg
- limita min. de cântărire : 0,250 kg
- valoarea diviziunii : 5 g

32. *Basculă electronice echipate cu dispozitiv de calcul și afișare a datelor* tip MCI și MCB de la 30 kg la 3000 kg cu aprobarea provizorie de model nr. 501/2/92 pentru ROMANIAN BUSINESS-CONSULT SRL București, producător BIZERBA WERKE KRAUT GmbH — Germania, valabilă până la 31.12.1996.

33. *Balanță semiautomată* cu aprobare provizorie de model nr. 503/92 pentru MONTEBAN-Baraolt, producător BERKEL — Germania, valabilă pentru 1 buc.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 5 kg
- valoarea diviziunii : 5 g

34. *Balanță semiautomată* cu aprobare provizorie de model nr. 504/92 pentru MONTEBAN-Baraolt, producător VICTORIA — Italia, valabilă pentru 1 buc.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 15 kg
- valoarea diviziunii : 5 g

35. *Balanță semiautomată* cu aprobare provizorie de model nr. 506/92 pentru SC MILUD COMPROD SRL București, producător Republica Moldova, valabilă pentru 5 buc.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 10 kg
- valoarea diviziunii : 5 g

36. *Balanță semiautomată* tip PH10T cu aprobare provizorie de model nr. 507/92 pentru

GIMALEXM Co SRL București producător Republica Moldova, valabilă pentru 1 buc.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 15 kg
- limita min. de cântărire : 100 g
- valoarea diviziunii : 5 g

37. *Balanță semiautomată mecanică* tip VC 10 cu aprobare provizorie de model nr. 524/92 pentru SC ZETA IMPEX LTD București, producător BALANS-LJASKOWETZ Bulgaria, valabilă pentru 2 buc.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 10 kg
- limita min. de cântărire : 10 g
- valoarea diviziunii : 2 g

38. *Greutăți cilindrice de oțel* serie de 10 ; 5 ; 2 ; 1 ; 0,500 ; 0,200 ; 0,100 ; 0,050 ; 0,020 kg cu aprobare provizorie de model nr. 550/92 pentru S.C. SEVAM SA — Drobeta Tr. Severin, valabilă până la 01.06.1994.

39. *Greutăți trunchi de piramidă* serie de 2 ; 1 ; 0,5 ; 0,2 ; 0,1 ; 0,05 kg cu aprobare provizorie de model nr. 561/92 pentru SC ARMATURA SA Cluj Napoca, valabilă până la 01.06.95.

40. *Platformă de cântărit semiautomată pentru vehicule rutiere* cu aprobarea de model nr. 593/92 pentru FLINTAB — Ploiești, valabilă până la 01.01.2002.

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 10 000 ... 60 000 kg
- limita min. de cântărire : 100 ... 400 kg
- valoarea diviziunii : 5 ... 20 kg

41. *Platformă de cântărire semiautomată pentru vagoane* cu aprobarea de model nr. 604/92 pentru FLINTAB — Ploiești, valabilă până la 01.01.2002

Caracteristici principale :

- limita max. de cântărire : 50 000 ... 200 000 kg
- limita min. de cântărire : 400 ... 1000 kg
- valoarea diviziunii 20 ... 50 kg

42. *Greutăți de lucru* seria de la 2 kg ... 20 g cu aprobare provizorie de model nr. 458/92 pentru SC ELMET — Cluj Napoca valabilă până la 31.12.1992 ; valori nominale 2 kg ; 1 kg. 500 g ; 100 g ; 50 g și 20 g

43. *Celule de sarcină cu tensorezistoare pentru măsurat mase* 10 kg ; 20 kg ; 100 kg ; tip CSM10 ; CSM 20 ; CSM 100, cu aprobare provizorie de model nr. 483/92 pentru ICPMF — Sibiu valabilă până la 15.05.1992.

PRESIUNE

1. *Aparat pentru măsurat presiunea arterială cu manometru cu mercur* tip AMPA—2 cu aprobare provizorie de model nr. 621/92 pentru SC AMIRO SA — București, valabilă până la 31.03.1993, pentru 1100 buc.

Caracteristici principale :

- interval de măsurare : 0 ... 200 mm Hg
- eroare tolerată : ± 3 mmHg

DEBIT

1. *Ansamblu de măsurare a debitului de gaze naturale* tip FQ 181 cu aprobare provizorie de model nr. 650/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING Franța, valabilă până la 31.03.1994.

2. *Ansamblu de măsurare a debitului de oxigen* tip FQ 182 cu aprobare de model nr. 651/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING Franța, valabilă până la 31.03.1994.

3. *Ansamblu de măsurare a debitului de abur supraîncălzit* tip FQ 183 cu aprobare provizorie de model nr. 652/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING Franța, valabilă până la 31.03.1994.

4. *Ansamblu de măsurare a debitului de abur supraîncălzit* tip FQ 184 cu aprobare provizorie de model nr. 653/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING Franța, valabilă până la 31.03.1994.

5. *Ansamblu de măsurare a debitului de abur supraîncălzit* tip FQ 185 cu aprobare provizorie de model nr. 654/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING Franța valabilă până la 31.03.1994.

6. *Ansamblu de măsurare a debitului de apă industrială* tip FQ 113 cu aprobare provizorie de model nr. 661/31.03.1994 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING — Franța, valabilă până la 31.03.1994.

7. *Ansamblu de măsurare a debitului de apă industrială* tip FQ 114 cu aprobare provizorie de model nr. 662/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING — Franța, valabilă până la 31.03.1994.

8. *Ansamblu de măsurare a debitului de apă caldă* tip FQ 186 cu aprobarea provizorie de model nr. 655/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING Franța, valabilă până la 31.03.1994.

9. *Ansamblu de măsurare a debitului de apă caldă* tip FQ 187 cu aprobare provizorie de model nr. 656/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING Franța, valabilă până la 31.03.1994.

10. *Ansamblu de măsurare a debitului de apă caldă* tip FQ 118 cu aprobare provizorie de model nr. 657/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING Franța, valabilă până la 31.03.1994.

11. *Ansamblu de măsurare a debitului de apă caldă* tip FQ 110 cu aprobare provizorie de model nr. 658/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING — Franța, valabilă până la 31.03.1994.

12. *Ansamblu de măsurare a debitului de apă caldă* tip FQ 111 cu aprobare provizorie de model nr. 659/92, pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING, Franța, valabilă până la 31.03.1994.

13. *Ansamblu de măsurare a debitului de apă caldă* tip FQ 112 cu aprobarea provizorie de model nr. 660/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING, valabilă până la 31.03.1992.

14. *Ansamblu de măsurare a debitului de apă caldă* tip FQ 189 cu aprobare provizorie de model nr. 663/92 pentru PROCESS SYSTEM ENGINEERING Franța valabilă până la 31.03.1994.

15. *Contor (Sistem) de energie termică compus din contor de apă tip PRIMOM WSW și integrator tip SUPERCAL 430*, cu aprobare provizorie de model nr. 532/92 pentru SC TRANS-TUR-LOTUS V & Z SRL — Oradea, producător contor MOM SA — Ungaria, producător integrator SONTEX A.C. — Elveția, valabilă până la 31.12.1992.

16. *Contor (Sistem) de energie termică* tip CT cu aprobare provizorie de model nr. 565/92 pentru A.C.K. SRL — Pașcani, valabilă până la 30.06.1994 pentru 1000 buc.

În domeniul : MĂRIMI CARACTERISTICE RADIAȚIEI OPTICE**MĂRIMI OPTICE LE MATERIAL**

1. *Diopmetru cu protecție* cu aprobare de model 499/92 pentru SC IOR SA București; valabilă până la 01.01.2002.

Caracteristici principale :

- interval de măsurare : 25 ... + 25 dpt
- 0 ... 11 p. dpt.

În domeniul : MĂRIMI CARACTERISTICE CHIMIEI FIZICE ȘI FIZICII MOLECULARE**CONCENTRAȚIE**

1. *Butirometru de smântână* tip RÖEDER cu aprobare de model nr. 631/92 pentru S.C. VITROMETAN SA — Mediaș, valabilă până la 30.11.2002.

Caracteristici principale :

- intervale de măsurare : 0 ... 40 %
- 0 ... 55 %
- 0 ... 75 %
- valoarea diviziunii : 0,5 %

2. *Butirometru pentru brânză* tip VAN GU-LIK cu aprobare de model nr. 632/92 pentru S.C. VITROMETAN SA — Mediaș, valabilă până la 30.11.2002.

Caracteristici principale :

- interval de măsurare : 0 ... 40 %
- valoarea diviziunii : 0,5 %

3. *Analizor portabil pentru oxid carbon (CO) auto* cu aprobare provizorie de model nr. 595/92 pentru FAST ECO SA — București, valabilă până la 31.12.1995 pentru 500 buc.

Caracteristici principale :

- interval de măsurare : 0 ... 10 % vol. CO
- eroare de bază $\pm 3\%$ din vol. CO ± 1 digit

4. *Analizor de gaze cu absorbție în infraroșu tip INFRARED—1* cu aprobare provizorie de model nr. 570/92 pentru GASTAR SRL București, valabilă până la 31.12.1995.

Caracteristici principale :

- interval de măsurare : 0 ... 20 % pentru CO₂
0 ... 10 % pentru CO
- eroare de bază : $\pm 2\%$

5. *Traductor de concentrații de bioxid de azot în aer* tip TG—2 cu aprobare de model nr. 562/92 pentru Centrul de Aparatură Analitică, Control și Semnalizare Cluj-Napoca, valabilă până la 01.02.2002.

6. *Alcoolmetru* cu aprobarea de model nr. 553/93 pentru SC TERMODENSIROM SA București, valabilă până la 01.03.2002.

Caracteristici principale :

- interval de măsurare : 0 ... 100 % vol.
- temperatura de lucru : 20°C
- eroare tolerată : $\pm 2\%$ vol. pentru 0 ...
... 50 % vol.
 $\pm 1\%$ vol. pentru 50 ...
... 100 % vol.

7. *Spectrofotometru pentru ultraviolet vizibil* tip UV-VIZ—274 cu aprobare provizorie de model nr. 516/92 pentru FAST ECO SA București, valabilă până la 30.06.1994

8. *Analizor portabil de CO₂, CO și temperatură*, cu aprobare provizorie de model pentru SC FAST SA București valabilă până la 30.12.1993.

Caracteristici principale :

- interval de măsurare : 0 ... 20 % vol. CO₂
0 ... 1 % vol. CO
0 ... 400 °C

În domeniul: MĂRIMI CARACTERISTICE RADIȚIILOR IONIZANTE

MAI MULTE MĂRIMI

1. *Stilodozimetre cu citire directă pentru radiații X și gama* tip SD—0,5 cu aprobare de model 617/92 pentru Institutul de fizică și inginerie nucleară — București, valabilă până la 01.10.2002.

Caracteristici principale :

- interval de măsurare : 0 ... 500 mR
- eroare tolerată : $\pm 10\%$

În domeniul: MĂRIMI DIFERITE

TAXIMETRE

1. *Taximetru electronic* tip IEMITAX cu aprobare provizorie de model nr. 428/92 pentru S.C. IEMI S.A. București valabilă până la 01.03.1994 pentru 20 000 buc.

Caracteristici principale :

- două tarife
- eroare tolerată : $\pm 2\%$ pentru antrenare
kilometrică
 $\pm 3\%$ pentru antrenare
orară

2. *Taximetru electronic* tip ECRA CE — 01 cu aprobare provizorie de model nr. 452/92 pentru firma Nițescu — Berceanu SNC Craiova, valabilă până la 01.03.1994 pentru 15 000 buc.

- eroare tolerată : $\pm 2\%$ pentru antrenare
kilometrică
 $\pm 2\%$ pentru antrenare
orară

3. *Taximetru electronic* tip TEE — 01 și TEE — 02 cu aprobare provizorie de model nr. 453/92 pentru ECHIMAR SRL Baia Mare, valabilă până la 01.03.1994 pentru 20 000 buc.

- eroare tolerată : $\pm 2\%$ pentru antrenare
kilometrică
 $\pm 3\%$ pentru antrenare
orară

4. *Taximetru electronic* tip AT — 01 cu aprobare provizorie de model nr. 454/92 pentru ELECTRONICA APLICATĂ SRL Pitești, valabilă până la 30.06.1993 pentru 15 000 buc.

- eroare tolerată : $\pm 2\%$ pentru antrenare
kilometrică
 $\pm 3\%$ pentru antrenare
orară

5. *Taximetru electronic* tip PSE 03 — 1 a și PSE 03—4a cu aprobare provizorie de model nr. 455/92 pentru SERVICE ELECTRONIC — Craiova, valabilă până la 01.03.1994 pentru 20 000 buc

- eroare tolerată : $\pm 2\%$ pentru antrenare
kilometrică
 $\pm 3\%$ pentru antrenare
orară

6. *Taximetru electronic* tip MULTITAXI cu aprobare provizorie de model nr. 459/92 pentru S.C. PROCONTROL SRL — Târgu Mureș, valabilă până la 01.12.1993 pentru 10 000 buc.

- eroare tolerată : $\pm 2\%$ pentru antrenare
kilometrică
 $\pm 3\%$ pentru antrenare
orară

7. *Taximetru electronic* tip ELTAX 1, 2, 3 cu aprobare provizorie de model nr. 463/92 pentru S.C. ELECTRON CLUB SCS București, valabilă până la 10.03.1994 pentru 20 000 buc.

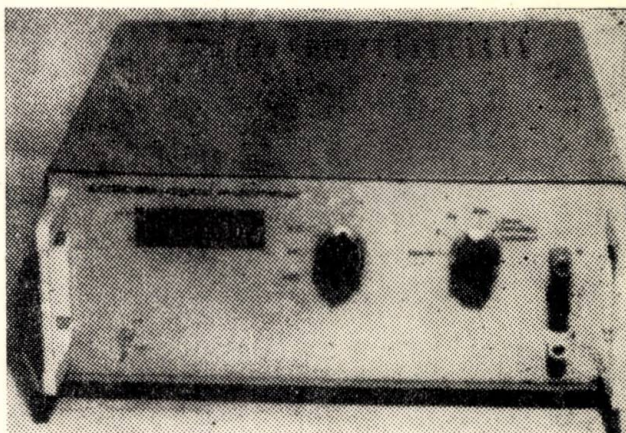
- eroare tolerată: $\pm 2\%$ pentru antrenare kilometrică
 $\pm 3\%$ pentru antrenare orară
8. *Taximetru electronic* tip TXM — 01 cu aprobare provizorie de model nr. 461/92 pentru ICE FELIX COMPUTER S.A. București, valabilă până la 01.04.1994 pentru 20 000 buc.
- eroare tolerată: $\pm 2\%$ pentru antrenare kilometrică
 $\pm 3\%$ pentru antrenare orară
9. *Taximetru electronic* tip STAR — 9, cu aprobare de model nr. 462/92 pentru ICE FELIX COMPUTER S.A. București, care importă prin LUKY GOLDSTAR INTERNATIONAL CORP., valabilă până la 03.03.2002.
- eroare tolerată: $\pm 2\%$ pentru antrenare kilometrică
 $\pm 3\%$ pentru antrenare orară
10. *Taximetru electronic* programabil tip ANDOR cu aprobare provizorie de model nr. 477/92 pentru UM 02512 și S.C. ANDOR SRL — București, valabilă până la 31.12.1993 pentru 25 000 buc.
11. *Taximetru electronic* tip CONTAX—02 cu aprobare provizorie de model nr. 494/92 pentru Intreprinderea de întreținere și reparații utilaje de calcul — filiala Someș, Cluj — Napoca, valabilă până la 01.05.1994 pentru 10 000 buc.
- eroare tolerată: $\pm 2\%$ pentru antrenare kilometrică
 $\pm 3\%$ pentru antrenare orară
12. *Taximetru electronic* tip ATE 01 cu aprobare provizorie de model nr. 509/92 pentru societatea comercială ACASĂ SRL Ploiești, valabilă până la 01.05.1994 pentru 10 000 buc.
13. *Taximetru electronic* tip HPT cu aprobare provizorie de model nr. 517/92 pentru S.C. HP — IMPEX SRL — Iași, valabilă până la 01.06.1994 pentru 10 000 buc.
- eroare tolerată: $\pm 2\%$ pentru antrenare kilometrică
 $\pm 3\%$ pentru antrenare orară
14. *Taximetru electronic* tip POLTAX 211 cu aprobare provizorie de model nr. 518/92 pentru S.C. „TAXI GLUCOZA” S.A. București producător POWOGAZ Polonia, valabilă până la 01.06.1995 pentru 2 000 buc.
15. *Taximetru electronic* tip TAX — 47 cu aprobare provizorie de model nr. 552/92 pentru S.C. RETROM S.A. Pașcani, valabilă până la 30.06.1994 pentru 10 000 buc.
- erori tolerate: $\pm 2\%$ pentru antrenare kilometrică
 $\pm 3\%$ pentru antrenare orară
16. *Taximetru electronic* tip CONTAX—04 cu aprobare provizorie de model nr. 554/92 pentru S.C. TULIPAN SRL Târgu-Mureș, valabilă până la 01.07.1994 pentru 20 000 buc.
- eroare tolerată: $\pm 2\%$ pentru antrenare kilometrică
 $\pm 3\%$ pentru antrenare orară
17. *Taximetru electronic* tip ELTAX — 30 cu aprobare provizorie de model nr. 555/92 pentru S.C. ROMO G-TEHNICA SRL București, valabilă până la 01.06.1994 pentru 10 000 buc.
- eroare tolerată: $\pm 2\%$ la antrenare kilometrică
 $\pm 3\%$ la antrenare orară
 $\pm 1\%$ la măsurarea distanței
18. *Taximetru electronic* tip C 200 cu aprobare provizorie de model nr. 558/92 pentru S.C. AEM S.A. Timișoara, valabilă până la 01.08.1994 pentru 20 000 buc.
- eroare tolerată: $\pm 2\%$ la antrenarea kilometrică
 $\pm 3\%$ la antrenarea orară
19. *Taximetru electronic* tip ATM 11 cu aprobare provizorie de model nr. 562/92 pentru S.C. HELITECH SRL Iași și S.C. MAGNIFIC SRL Bacău, valabilă până la 01.07.1994 pentru 10 000 buc.
- eroare tolerată: $\pm 2\%$ la antrenare kilometrică
 $\pm 3\%$ la antrenare orară



COREMI

Cal. Griviței 355, sector 1
București Tel. 665 47 35

Multimetru digital E 0309 M



Multimetrul E 0309 M este un aparat de precizie cu afișaj digital — 4 1/2 cifre, destinat măsurării tensiunilor continue și alternative (a curenților) și a rezistențelor. Asigurând o rezoluție ridicată ($10 \mu\text{V}$ — respectiv $10 \text{ m}\Omega$), aparatul este prevăzut cu intrare flotantă și protejată.

CARACTERISTICI TEHNICE

Măsurarea tensiunii continue

Intervalul de tensiune: $10 \mu\text{V} \dots 1000 \text{ V}$

Eroarea de bază: $\pm 0,01 \%$ ct $\pm 0,01 \% \text{ c.s.}$

Scări: $200,00 \text{ mV}$; $2,000$; $20,000$; $200,00$; $1000,0 \text{ V}$

Rezistența de intrare: $> 5000 \text{ M}\Omega$ pe scările de $0,2$; 2 V

$10 \text{ m}\Omega$ pe scările de 20 ; 200 ; 1000 V

Rejecția perturbațiilor de mod comun: 140 dB în c.c.; 120 dB în c.a. (50 Hz)

Rejecția perturbațiilor serie: 55 dB la 50 Hz

Măsurarea tensiunilor alternative

Interval: $10 \mu\text{V} \dots 350 \text{ V}$

Eroarea de măsurare: $\pm 0,02 \%$ ct $\pm 0,05 \% \text{ c.s.}$ în intervalul de frecvență $400 \text{ Hz} \dots$
 $\dots 10 \text{ kHz}$

$\pm 0,05 \%$ ct $\pm 0,25 \% \text{ c.s.}$ în intervalul de frecvență $20 \text{ Hz} \dots$
 $\dots 50 \text{ kHz}$

Impedanța de intrare: $1 \text{ M}\Omega$ // max. 50 pF

Măsurarea rezistențelor

Interval: $10 \text{ m}\Omega \dots 2000 \text{ k}\Omega$

Eroarea de măsurare: $\pm 0,01 \%$ ct $\pm 0,02 \% \text{ c.s.}$

Scări: $0,2$; 2 ; 20 ; 200 ; $2000 \text{ k}\Omega$

Caracteristici generale

Capacitate afișaj: 19999

Elemente de afișaj: LED

Dimensiuni: $300 \times 120 \times 320 \text{ mm}$

Alimentare: $220 \text{ V}/50 \text{ Hz}$ (max. $0,08 \text{ A}$)

Greutate max.: 3 kg

Opțiuni :

- Opțiune A:** Măsurarea curenților continui: $0,01 \mu\text{A} \dots 2000 \text{ mA}$;
Eroarea de măsurare: $\pm 0,01 \%$ ct $\pm 0,02 \% \text{ c.s.}$
Măsurarea curenților alternativi: $0,01 \mu\text{A} \dots 2000 \text{ mA}$;
Eroarea de măsurare: $\pm 0,02 \%$ ct $\pm 0,05 \% \text{ c.s.}$
- Opțiune B:** Ieșiri date BCD
- Opțiune C:** Interfață paralelă CEI 625

METROLOGIE

Publicație tehnico-științifică editată de
Institutul Național de Metrologie

Revista METROLOGIE, cu apariție trimestrială, este singura publicație din România consacrată domeniului teoriei și tehnicii măsurărilor, metrologiei industriale și metrologiei legale.

Revista publică articole de specialitate, semnate de autori din țară și din străinătate, care tratează subiecte actuale, atât de interes general, cât și referitoare la noi rezultate, realizări și progrese în probleme științifice, obținute de specialiști în cadrul activităților de cercetare/dezvoltare.

1994 JUN 16

Revista include de asemenea :

- note : prezentări scurte ale unor opinii, debateri sau noutăți;
- informații : manifestări științifice și tehnice, interne sau internaționale;
- recenzii de lucrări apărute recent.

În partea oficială, consacrată metrologiei legale, sunt publicate periodic:

- liste ale aprobărilor de model acordate de BRML;
- tarife de etalonare și verificare metrologică;
- liste ale instrucțiunilor și normelor de metrologie în vigoare;
- textul complet al unor instrucțiuni de metrologie legală, norme tehnice de metrologie legală și alte norme de larg interes.

★

Începând cu anul 1994, costul unui exemplar al revistei „METROLOGIE” va fi de 800 lei. Abonamentul anual (4 numere) va fi de 3200 lei.

Abonamentele se pot face la :

Institutul Național de Metrologie șos. Vitan Bârzești, nr. 9 — 11, sectorul 4, București.

Cont 309800201, BCR, filiala sector 4.

În costul abonamentului este inclusă și expedierea revistei la abonat.

E 8225

INM

Nr. 4/1993

metrologie



2130
serie nouă

SUMMARY		SOMMAIRE	
DRAGOȘ BOICIUC : The Use of Laser in Length Metrology (III). Laser Frequency Stabilizing Methods	98	DRAGOȘ BOICIUC : L'utilisation des lasers dans la métrologie des longueurs (III). Méthodes pour stabiliser la fréquence des lasers	98
NICOLAE FĂNTĂNARU : The comparison of 6 kNm standards of PTB and INM	103	NICOLAE FĂNTĂNARU : La comparaison des étalon de 6 kNm du PTB et INM	103
BRÂNDUȘA PANTELIMON, CONSTANTIN ILIESCU, SORIN DAN GRIGORESCU : The Use of Analog Multiplexers in a Computer Controlled Digital Ohmmeter	108	BRÂNDUȘA PANTELIMON, CONSTANTIN ILIESCU, SORIN DAN GRIGORESCU : L'utilisation des multiplexeurs analogiques pour un ohmmètre numérique contrôlé par ordinateur	108
SONIA TĂNASE : Methods for the Estimation of Measurement Uncertainty of Platinum Resistance Thermometers Within the Range (0...419, 527) °C	111	SONIA TĂNASE : Méthodes d'estimation pour l'incertitude d'étalonnage des thermomètres à résistance de platine dans l'intervalle (0...419,527)°C	111
INFORMATION		INFORMATIONS	
OFFICIAL PART		PARTIE OFFICIELLE	
* * * The List of Pattern Approvals Granted Between 01.01.1993 and 01.09.1993	120	* * * La liste des aprobations de modèle obtenues entre 01.01.1993 et 01.09.1993	120
* * * Lista of the Metrological Technical Nornes Issued Duuring 1993		* * * La liste des Mormes Techniques de Métrologie publiées en 1993	

REDACȚIA ȘI ADMINISTRAȚIA

INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE
 Șos Vitan-Bîrzești nr. 11, sector 4, tel. 6342060
 și 344030/191 ; București ; 75669

ISSN 1220—546 X

Cererile pentru abonamente vor fi adresate redacției în contul
 309800201 BCR, filiala sector 4.
 Costul unui abonament anual este 3200 lei.



Cititorii din străinătate pot contracta abonamente prin : ILEXIM
 — Departamentul export-import presă, București, str. Decembrie nr. 3
P.O.B. 146—137 Telex 12226



Cererile pentru reclame în revistă vor fi înaintate redacției.

METROLOGIE

Publicație tehnico-științifică

editată de

INSTITUTUL NAȚIONAL DE METROLOGIE

SUMAR

- DRAGOȘ BOICIUC** : Laserul în metrologia lungimilor (III). Stabilizarea frecvenței laserelor 98
- NICOLAE FĂNTĂNARU** : Comparatie cu P.T.B. a etalonului I.N.M. de 6 kNm 103
- BRÂNDUȘA PANTELIMON, CONSTANTIN ILIESCU, SORIN DAN GRIGORESCU** : Utilizarea multiplexoarelor analogice în realizarea unui ohmmetru digital controlat de calculator 108
- SONIA TÂNASE** : Metode de evaluare a incertitudinii de etalonare a termometrelor cu rezistență din platină în intervalul de temperatură (0 ... 419,527) °C 111

INFORMAȚII

PARTEA OFICIALĂ

- *** Lista aprobărilor de model emise în perioada 01.01.1993—01.09.1993 120
- *** Lista normelor tehnice de metrologie tipărite în 1993

* * *

Colectivul de redacție: fiz. Dragoș Boiciuc, Viorica Burciu (*secretar de redacție*), ing. chim. Mirela Buzoianu, ing. Gabriel Iordăchescu, fiz. Gheorghe Ispășoiu, dr. ing. Aurel Millea (*redactor responsabil*), ing. Ionel Urdea.



Laserul în metrologia lungimilor (III). Stabilizarea frecvenței laserelor

DRAGOȘ BOICIUC *

Abstract: The paper is part of a series dealing with some aspects of the use of lasers in length metrology. The commonly used methods to stabilize the frequency of lasers are discussed in respect with both length metrology and laser interferometry applications.

Résumé: L'article s'inscrit dans une série d'articles qui s'occupent de quelques aspects de l'utilisation des lasers dans la métrologie des longueurs. On présente les méthodes habituellement utilisées pour stabiliser la fréquence des lasers pour les étalons de longueurs et pour l'interférométrie à laser.

1. Stabilitatea frecvenței

Stabilitatea frecvenței radiației laser a fost temeinic studiată atât matematic cât și semantic, deoarece compararea performanțelor unor lasere a fost de multe ori stânjenită de lipsa de uniformitate în exprimare [1,2].

Pentru caracterizarea completă a stabilității laserului se folosesc mai mulți parametri, fiecare aducând anumite informații asupra acestui subiect. Astfel, funcție de aplicațiile particulare ale laserului stabilizat, putem avea mai multe situații.

a) Stabilitate pe teren scurt în care fluctuațiile de frecvență ale unui laser într-o anumită lărgime de bandă sunt măsurate pentru o scurtă perioadă de timp (de ordinul secunde).

b) Stabilitatea pe teren lung, în care fluctuațiile de frecvență ale unui laser sunt măsurate într-o perioadă mai lungă de timp (de ordinul orelor, zilelor). Aceasta implică o derivă de frecvență în timp lung și modificări de natură regulată pe perioade scurte (de ordinul secundelor).

Stabilitatea frecvenței este funcție nu numai de lătimea de bandă a frecvenței măsurate, ci și de timpul total de observare.

O măsură uzuală a stabilității frecvenței S se poate scrie:

$$S = \frac{[\Delta v_{RMS}(\tau)]^{1+\tau}}{1+\tau} = \frac{\Delta v_{RMS}(\tau)}{\bar{v}} \quad (1)$$

$$\frac{1}{\tau} \int_0^\tau v(t) dt$$

* Institutul Național de Metrologie, soș. Vitan-Bârzești nr. 11, sector 4, București.

unde:

$v(t)$ frecvența la orice moment t în intervalul de observație $(t, t + \tau)$;

$\bar{v}$ valoarea medie a frecvenței laserului în timpul intervalului de observație;

$\Delta v_{RMS}(\tau)$ abaterea medie pătratică a frecvenței observate în lătimea de bandă B , în timpul perioadei de observație.

Este clar că, în intervalul de timp τ , pot apare variații extreme de frecvență mari. Aceasta va erona estimarea variației de frecvență, dacă valoarea medie simplă a fluctuației maxime a frecvenței va fi considerată ca o estimare a variațiilor de frecvență. Intuitiv se vede că aceste variații largi vor avea o pondere mai mică decât o variație tipică și decât o fluctuație statistică a frecvenței.

Practic, timpul de observare limitează observarea celor mai mici fluctuații. Sistemul de detecție electronică a frecvenței poate, de exemplu, să fie capabil să măsoare variații de frecvență, în curent continuu, până la 100 MHz. Totuși, la o singură măsurare a frecvenței laserului de 10 s, nu se obține nici o informație sensibilă care să implice fluctuații cu perioade mai mari de 10 s. Similar, orice mediere a constantei de timp (fie electronic, fie vizual, dacă se observă într-un experiment de bătaie de frecvență) va împiedica observarea fluctuațiilor rapide.

Pentru a cuprinde aceste aspecte au fost introduse cele două cazuri: stabilitatea pe timp scurt și stabilitatea pe timp lung.

Un parametru recunoscut ca un mod foarte uzual pentru specificarea stabilității frecvenței și stabilirea timpului de zgomot ce limitează performanțele laserului este varianța Allan.

Variația clasică σ a frecvenței laserului v este:

$$\sigma^2(M, \tau) = \frac{1}{M-1} \left\{ \sum_{i=1}^M v_i^2 - \frac{1}{M} \left(\sum_{i=1}^M v_i \right)^2 \right\} \quad (2)$$

unde:

M numărul de determinări ale frecvenței laser;

τ timpul de integrare.

Se poate cere ca această varianță să fie descrescătoare deoarece fluctuațiile de zgomot se mediază folosind timpi de integrare ai probei lungi și valoarea va tinde spre valoarea medie. Totuși, sursa de zgomot conține un număr mare de componente, în domeniul de frecvență Fourier

și valoarea $\sigma^2(M, \tau)$ tinde să devină divergentă când numărul probelor de frecvență crește. Aceste surse de zgomot de tip $1/f$ sau zgomotul de emisie discontinuă, se găsesc în etaloanele atomice de frecvență, astfel încât trebuie avute în vedere, iar starea nesatisfăcătoare se remediază în felul următor: fie $M = 2$, cu alte cuvinte se iau 2 probe de frecvență laser, pentru un timp mediu τ : atunci formula (2) devine:

$$\sigma^2(2, \tau) = \frac{1}{2} (v_1 - v_2)^2 \quad (3)$$

Varianța Allan este valoarea medie a N perechi de citiri ale frecvenței laser:

$$\langle \sigma^2(2, \tau) \rangle = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\frac{v_{2i} - v_{2i-1}}{2} \right)^2 \quad (4)$$

Această valoare descrește cu creșterea lui N pentru aceleași surse de zgomot care fac relația (2) divergentă.

Strict vorbind, această mediere va fi pentru un timp infinit; totuși o valoare mare a lui N aproximată conform cerințelor statistice și pentru un nivel de încredere bun, se realizează pentru $N = 100$. Totuși, pentru perioade de integrare mai mari de 1 s, timpul cerut pentru calculul $\langle \sigma^2(2, \tau) \rangle$ devine mare și atunci varianța Allan se calculează pentru valori convenabile ale lui N , dar cu o micșorare corespunzătoare a nivelului de încredere al rezultatelor, așa că valoarea lui N trebuie să fie specificată la măsurarea varianței Allan.

Evaluarea varianței dă informații, fie în experimentul de bătaie de frecvență, asupra valorii medii a diferenței între probe adiacente de frecvență bătailor, fie funcție de timpul de măsurare. Uzual se găsește o funcție logaritmică a varianței $\sigma^2(2, \tau)$ ca funcție de timpul τ , iar panta acestei funcții ne dă informații asupra naturii zgomotului dominant ce perturbă laserul pentru o perioadă specificată.

2. Reproducibilitatea laserului

Aceasta este o caracteristică care exprimă cât de bine reproduce laserul aceeași frecvență când este scos și apoi fixat pe frecvența de referință, în mod repetat și, de asemenea, reproducibilitatea pe intervale mai mari de timp [1,4].

Suntem, de asemenea, interesați să știm cât de apropiate sunt frecvențele emise de laserele nominale stabilizate pe aceeași frecvență de referință. Aceste caracteristici pot fi evaluate prin reproducibilitatea R care poate fi exprimată prin:

$$R = \frac{\Delta v}{v} \quad (5)$$

unde:

v frecvența medie dintr-o serie de măsurări, adică a două lasere similare nominal, când servobuclele lor sunt deschise și închise în mod repetat, fixând laserele pe frecvențele lor individuale de referință. Măsurarea variației Δv a acestei medii se face la fel ca la definirea stabilității prin relația (1). O măsură convenabilă a acestei variații este incertitudinea 3σ , unde σ este abaterea standard a unui număr individual de măsurări.

Reproducibilitatea este legată de stabilitatea pe termen lung. Un exemplu al unei asemenea perturbații este ușoară derivă în timp a centrului Lamb dip care e folosit ca frecvență de referință. Pentru o frecvență particulară reglată, stabilitatea pe termen lung poate fi superoară reproducibilității laserului.

3. Metoda de stabilizare a frecvenței laserelor

În principiu, orice sistem de stabilizare a frecvenței laser constă în construirea unui laser monomod și compararea frecvenței acestuia cu o frecvență de referință. Dacă frecvența laser e diferită de cea de referință, un detector sensibil la eroare produce un semnal proporțional cu această diferență. Semnalul de eroare este folosit pentru a controla frecvența laser și a o acorda cu cea de referință, frecvența laser fiind astfel aservită pe cea de referință.

3.1. Stabilizarea frecvenței pe Lamb dip

Pentru a înțelege mecanismul apariției Lamb dip-ului este necesar să se examineze natura interacției între câmpul electromagnetic rezonant de unde staționare și atomii mediului activ al laserului. Când lungimea cavității rezonante corespunde lărgimii de bandă a frecvenței optice pentru care câștigul laserului depășește pierderile din cavitate, oscilația se întărește și în cavitatea laser apare o undă staționară. Această undă poate fi considerată ca fiind formată din două unde, progresivă și regresivă care se propagă în sensuri opuse, de-a lungul axei optice a laserului [1,3].

Atomii gazului care constituie mediul activ se află într-o mișcare haotică — în toate direcțiile — componentele vitezelor de-a lungul cavității laser supunându-se distribuției Maxwell (fig. 1 a). Când un atom emite un foton, frecvența fotonului v va prezenta o deplasare Doppler proporțională cu viteza atomului. Va exista totdeauna un grup de atomi cu viteza cuprinsă în intervalul $v, v + \Delta v$ care să emită fotoni cu frecvența deplasată Doppler v egală cu a unei progresive.

Un alt grup de atomi se deplasează cu o viteză cuprinsă în intervalul $-v, -(v + \Delta v)$ și va emite fotoni cu frecvența egală cu a unei regresive.

Cele două frecvențe deplasate Doppler vor fi :

$$\nu' = \nu \left(1 \pm \frac{v}{c} \right) \quad (6)$$

unde :

c viteza luminii.

Distribuția puterii după viteza atomilor poate fi exprimată ca o distribuție a puterii după frecvență (fig. 1 b).

Împrăștierea vitezelor atomilor într-un anumit domeniu de valori duce la o împrăștiere a deplasărilor Doppler, pentru frecvența emisă într-un interval care coincide cu intervalul frecvențelor de rezonanță ale cavității.

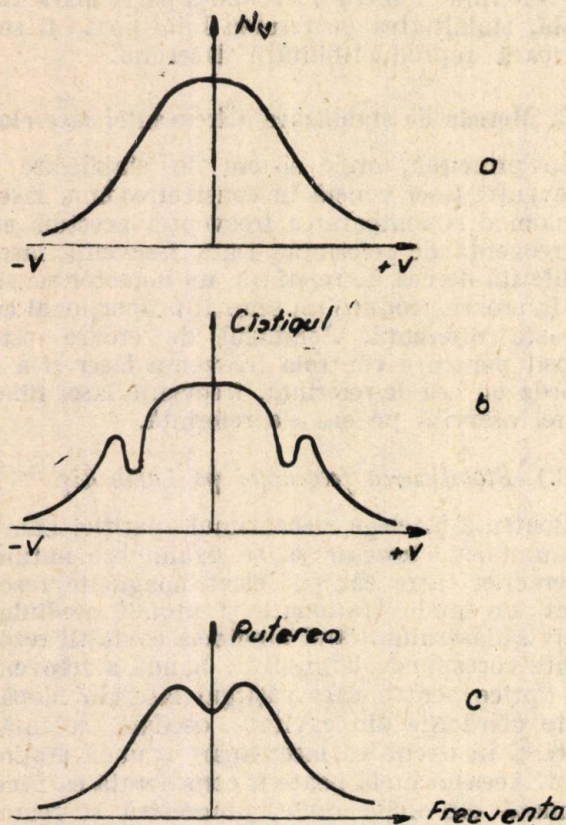


Fig. 1

Nivelul laser superior este depopulat și apar „adâncituri” în distribuția câștigului laser funcție de viteză. Când frecvența de rezonanță a cavității se apropie de centrul distribuției putere-frecvență, din ce în ce mai mulți atomi participă la tranziție și puterea de ieșire laser crește.

La atingerea centrului distribuției apare o singură adâncitură, care se explică prin aceea că cele două unde — progresivă și regresivă — interacționează cu aceiași atomi, care nu pot fi decât cei care au componenta vitezei nulă după axa laserului.

Deoarece ambele unde interacționează cu aceiași atomi, numărul de atomi care interacționează cu radiația scade și astfel puterea de ie-

șire scade în centrul curbei. Apare așa-zisul „Lamb dip” (fig. 1c).

La laserul de He-Ne, lărgimea Lamb dip-ului este de 200 MHz având adâncimea de 5...10%, în timp ce lărgimea benzii de câștig este de 1200 MHz la semiînălțimea curbei putere-frecvență.

Întrucât dip-ul este mai mic decât lărgimea curbei de câștig, centrul lui reprezintă o frecvență bine definită care este folosită pentru stabilizarea laserului.

Principiul de stabilizare a frecvenței laserului pe Lamb dip este arătat în fig. 2.

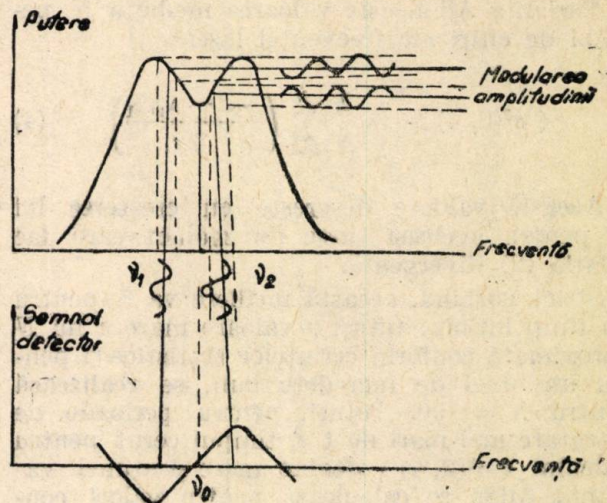


Fig. 2.

Stabilizarea constă în modularea frecvenței laserului pe un interval de frecvențe optice $\delta\nu$. Se obține modulare în intensitate care la frecvența ν_1 este defazată cu π față de modulația aplicată. Dacă modificăm lungimea cavității pentru a acorda laserul pe frecvența ν_0 , forma orizontală a curbei puterii de ieșire, în dreptul frecvenței ν_0 va reduce modulația intensității la zero. Oscilația pe frecvența ν_2 , de partea cealaltă a centrului, produce o modulație în fază cu modulația aplicată. Deci, valoarea intensității modulate dă informații despre variația frecvenței față de frecvența centrală ν_0 , iar faza semnalului modulat indică sensul în care se îndepărtează frecvența față de frecvența centrală.

Dacă semnalul modulat este detectat, prelucrat și transmis unui detector sensibil la fază care să furnizeze tensiune unui dispozitiv de variație a lungimii cavității laser, acest servosistem controlează frecvența laserului, urmărind ca tensiunea la detector să rămână nulă. Frecvența laser este continuu comparată cu frecvența centrală a Lamb dip-ului și variațiile frecvenței sunt automat compensate.

Laserii stabiliți pe centrul Lamb-dip-ului realizează stabilități de 10^{-8} pe o durată de

câteva luni. La durate mai lungi se observă o derivă a frecvenței și deci a lungimii de undă dată de difuzia gazului prin pereți. Din studiile efectuate la BIPM [5] pe mai mulți laseri stabilizați pe Lamb dip s-a constatat că lungimea de undă crește, în medie, cu 10 fm pe an (fig. 3).

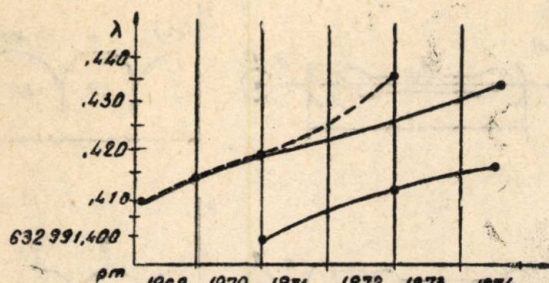


Fig. 3.

3.2. Stabilizarea frecvenței laser în câmp magnetic

Pentru a crește stabilitatea frecvenței laser este necesară o frecvență de referință care să nu depindă de presiunea amestecului de gaze.

Acest deziderat se poate realiza prin construirea unui laser care să emită radiații de frecvențe simetrice față de centrul distribuției putere-frecvență și intensități egale. Diferența celor două intensități sau frecvența centrală la care se întâlnesc curbele de distribuție a celor două radiații va oferi o referință pentru stabilizare.

Referința aceasta se realizează prin plasarea unui tub cu neon în drumul radiației laserului He-Ne. Tubul cu neon se introduce într-un câmp magnetic H paralel cu axa tubului. Atomii de neon din tub absorb radiația laser și datorită câmpului magnetic, linia de absorbție este despicată prin efect Zeeman în două linii simetrice față de frecvența din absența câmpului magnetic. Cele două radiații sunt polarizate circular stânga și circular dreapta (fig. 4). Un separator electrooptic $\lambda/4$ plasat între laser și tubul cu neon, transformă alternativ lumina liniar polarizată a laserului monomodal în lumină polarizată circular stânga și dreapta, care trece prin celula de absorbție cu neon. Dacă frecvența laser diferă de frecvența centrală la care se intersectează cele două curbe de absorbție, lumina emergentă este modulată având o amplitudine dependentă de diferența de frecvență $\Delta\nu$ și faza dependentă de semnul lui $\Delta\nu$. Acest semnal constituie un semnal de eroare utilizat în sistemul de stabilizare.

Această metodă permite obținerea unei stabilități de lungă durată de ordinul a 10^{-9} .

Câmpul magnetic se poate aplica direct pe tubul laser monomodal, dacă are oglinzi interne. În acest fel curba de distribuție este formată din două linii (fig. 5) care corespunde celor două radiații polarizate circular în sensuri

opuse și parțial suprapuse. Radiația laserului monomodal este despicată, deci, în două frecvențe apropiate, polarizate circular stânga și

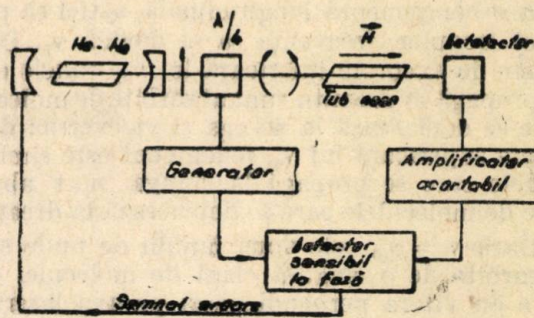


Fig. 4.

dreapta, a cărei intensități sunt egale numai dacă frecvențele sunt simetrice față de frecvența centrală unde cele două curbe se suprapun.

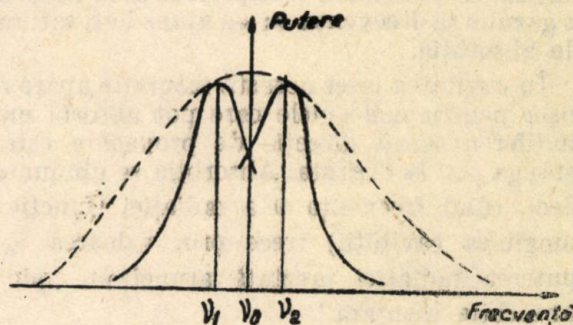


Fig. 5.

Diferența între cele două intensități este folosită ca discriminator pentru stabilizarea frecvenței laser pe frecvențe de intersecție a celor două curbe.

Pentru laserul de He-Ne se obține, cu această metodă o stabilitate de scurtă durată de ordinul a 10^{-8} și o reproductibilitate de ordinul a 10^{-7} .

3.3. Stabilizarea frecvenței laser prin absorbție saturată

Un procedeu, mai eficient decât cele tratate până aici, constă în a face să coincidă frecvența laserului cu una din „razele de absorbție saturată” a unui sistem atomic. În cavitatea de rezonanță se plasează o cuvă de absorbție conținând, sub o presiune slabă, de ordinul a 1 Pa, un gaz care prezintă o rază de absorbție la frecvența laser. De exemplu, gazul de absorbție pentru laserul He-Ne cu $\lambda = 3,39 \mu\text{m}$ este metan, iar pentru laserul He-Ne cu $\lambda = 0,63 \mu\text{m}$ este $^{127}\text{I}_2$ sau $^{129}\text{I}_2$.

Absorbția diminuează puterea laserului. Moleculele de gaz, în repaus, sunt capabile să absoarbă o radiație de frecvență ν_0 . Dacă laserul oscilează la frecvența ν vecină cu ν_0 , unde

luminoase care se propagă longitudinal în cavitate pot fi totuși absorbite de anumite molecule de gaz. Este suficient pentru aceasta ca viteza acestor molecule date de agitația termică, să aibă o componentă longitudinală, astfel că prin efect Doppler, frecvența sa să devină ν_0 . Dacă ν este de exemplu inferioară lui ν_0 , undele care se propagă la dreapta sunt absorbite de molecule care se deplasează la stânga și viceversa; dacă ν este superioară lui ν_0 , fenomenul este similar, undele care se propagă la stânga sunt absorbite de moleculele care se deplasează la dreapta.

Dacă $\nu = \nu_0$, cele două familii de unde sunt absorbite de o singură clasă de molecule, cele care au viteza perpendiculară pe axa laserului și pentru care efectul Doppler este nul.

Când radiația absorbită este foarte intensă se ajunge la fenomenul de saturație. Moleculele care absorb radiațiile de frecvență ν rămân un anumit timp în stare excitată. Numărul moleculelor care rămân în starea normală se diminuează și cu aceasta și capacitatea de absorbție a gazului la frecvența ν ; s-a ajuns la o saturație de absorbție.

În cavitatea laser această saturație apare mai ușor pentru moleculele care pot absorbi unde, indiferent dacă direcția de propagare este la stânga sau la dreapta. Absorbția se diminuează deci, când frecvența ν a radiației (funcție de lungimea cavității) trece prin valoarea ν_0 și puterea radiației prezintă atunci un „pic de absorbție saturată”.

Moleculele responsabile de acest pic fiind acelea pentru care efectul Doppler este nul, acest pic nu este lărgit prin efect Doppler. Se obține astfel un pic de lărgime $\delta\nu$ mai mică de 100 kHz (lărgimea relativă 1×10^{-9}) la metan cu $\lambda = 3,39 \mu\text{m}$ și de 3 MHz (lărgimea relativă de 6×10^{-9}) la iod cu $\lambda = 0,633 \mu\text{m}$ (fig. 6).

Acest fenomen este analog celui prevăzut de W. Lamb Jr. care provoacă „Lamb dip” în cazul emisiei (fig. 6 a). În consecință se vorbește uneori de picul de absorbție saturată „Lamb dip invers”. Cum emisia are loc într-un mediu foarte perturbat, Lamb dip-ul de emisie este foarte lărgit și mai puțin stabil decât picul de absorbție saturată. Fig. 6 reprezintă [5]:

a) Variația puterii de emisie în funcție de lungimea de undă a cavității A — tubul amplificator cu He-Ne; R — receptor fotoelectric, $K-1$, K , $K+1$ moduri succesive. În anumite condiții se observă și Lamb-dip.

b) Același laser cu o cuvă de absorbție C conținând metan sub o presiune de 1 Pa. Puterea de ieșire este mai slabă. Se observă picul de absorbție saturată s .

c) Lungimea l a cavității este modulată cu o amplitudine foarte mică a frecvenței ν_0 cu ajutorul generatorului G și a ceramicii piezoelectrice PZ . Curentul fotoelectric este modulată cu frecvența ν_0 cu o amplitudine m proporțională

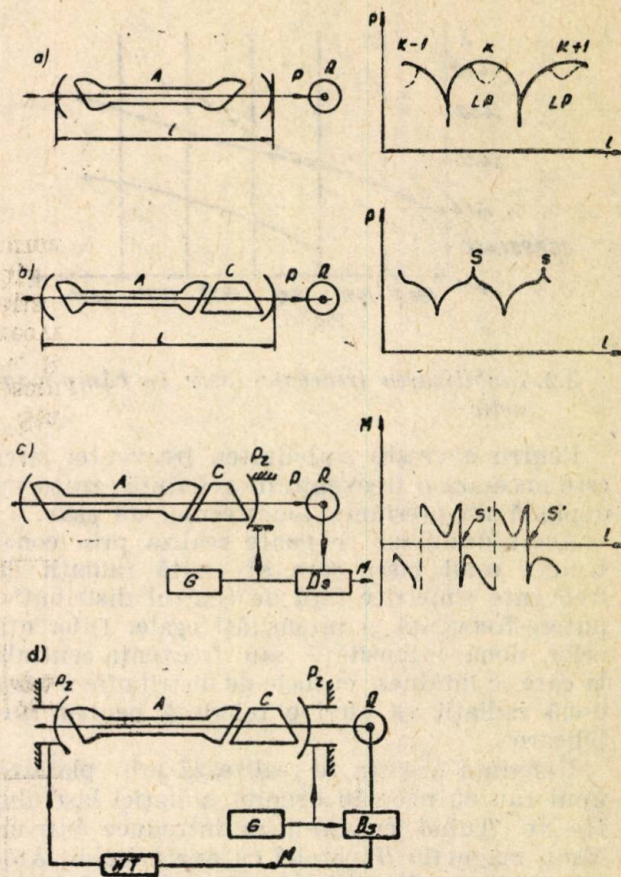


Fig. 6

cu derivata întâia a lui $P(I)$. Componenta de frecvență ν_0 este izolată și redresată cu ajutorul amplificatorului de detenție sincronă DS ; tensiunea de ieșire M a lui DS este proporțională cu m . Dacă facem să varieze lent valoarea medie l a lungimii l , M se anulează în S' , care corespunde unui vârf al picului S și variază foarte rapid în vecinătate.

d) M comandă o a doua ceramică piezoelectrică PZ' cu ajutorul amplificatorului HT . Dacă $m > 0$, PZ' alungește cavitatea, iar dacă $m < 0$ ea o scurtează. Lungimea medie se stabilește la una din valorile corespunzătoare la vârful unui pic S , pentru care M se anulează (punctul S').

Dacă picul de absorbție saturată se înscrie pe caracteristica putere-lungime, pe o porțiune de

pantă mare, atunci vârful său este deplasat în raport cu frecvența f_0 (fig. 7).

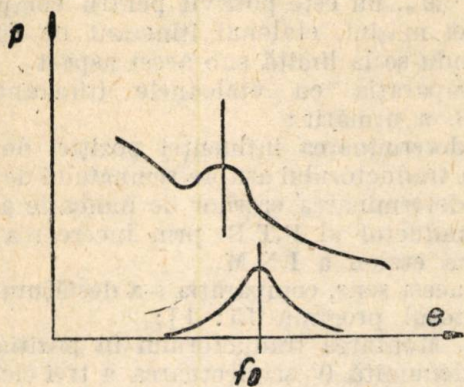


Fig. 7

BIBLIOGRAFIE

- [1] Wallard A. J., „The frequency stabilisation of the gas lasers. Journal of Physics — E — Scientific instruments, July 1973, vol. 6, no. 7.
- [2] Allan David, „Statistic of atomic frequency standard. Proceedings of the IEEE, vol. 54, febr. 1966.
- [3] Popescu I. M., „Aplicații ale laserilor. Editura tehnică București 1979.
- [4] Boiciuc D., „Determinarea caracteristicilor metrologice ale laserului He-Ne 633 nm, etalon secundar de lungime. Metrologia aplicată, nr. 1/1987.
- [5] B.I.P.M., „Cents ans de metrologie, Paris, 1976.

Comparație cu P.T.B. a etalonului I.N.M. de 6 kNm

NICOLAE FĂNTĂNARU*

Abstract: Within an international comparison of primary torque standards, initiated by PTB, the 6 kNm and 200 kNm standards were compared at INM, with the aim of harmonizing the Nm measurements of the two institutions. The paper presents the results obtained in the comparison of the 6kNm standard of INM with the standards sent by PTB.

Résumé: À l'occasion d'une comparaison internationale des étalons primaires pour le couple de forces, organisée par PTB, les étalons de 6 kNm et 200 kNm ont été comparés à INM, en vue d'harmoniser les échelles de Nm des deux instituts. L'article présente les résultats obtenus de la comparaison de l'étalon de 6 kNm de INM avec les étalons envoyés par PTB.

1. Etaloane itinerante ale P.T.B.

În cadrul unor comparații internaționale, de etaloane primare pentru momentul cuplului de forțe, P.T.B. Braunschweig R.F.G. a inițiat o comparație de tip circular [3; 4] incluzând și compararea etaloanelor I.N.M. În acest scop, la I.N.M. Laboratorul Timișoara au fost aduse etaloanele itinerante ale P.T.B. redate în tabelul 1. Etaloanele itinerante ale P.T.B. sunt

traductoare de cuplu de tip T1 fabricate de Hottinger Baldwin Messtechnik — H.B.M. Darmstadt R.F.G., având caracteristicile tehnice redate în tabelul 2. Pentru măsurarea semnalului de ieșire al acestor traductoare, s-a utilizat compensatorul digital tip DK 38 nr. 42671 fabricat de H.B.M. de clasă de precizie 0,0025 și oferind $\pm 200\,000$ cifre afișate la ± 2 mV/V.

Tabelul 1

Etaloanele itinerante ale P.T.B.

Momentul nominal M_n Nm	Tipul traductoarelor	Nr. de fabricație	Obs.
200	T1/HBM	E35918	Calibrat la 1,5 mV/V
500	T1/Normal	B12218	Necalibrat
1000	T1/Normal	B39698	Necalibrat
2000	T1/HBM	E34293	Calibrat la 1,5 mV/V
2000	TN	1.22-01	Necalibrat
5000	Bară/DKD	607001	Calibrat la 1,5 mV/V

* Institutul Național de Metrologie, Laboratorul Forțe-Durități, Timișoara 4, str. Crizantemelor nr. 64.

Tabelul 2

Caracteristicile tehnice ale traductoarelor H.B.M. tip T1

Clasa de precizie	0,1
Sensibilitatea nominală S_n mV/V	1,5
Eroarea de calibrare $\%S_n$	0,1
Linearitatea $\%M_n$ (mom. nomin.)	0,1
Repetabilitatea $\%M_n$	0,05
Derivata termică la M_n $\%/10^\circ\text{C}$	0,1
Deriva termică la zero $\%/10^\circ\text{C}$	0,05

2. Etalonul I.N.M. de 6 kNm

Acest etalon este o mașină de tip cu braț de lungime constantă și sarcină variabilă [2; 6] fiind utilizată la calibrarea/etalonarea/verificarea traductoarelor de torsiune de capacitate de până la 6000 Nm. Precizia etalonului I.N.M. de 6 kNm este de $5 \cdot 10^{-4} = 0,05 \%$.

3. Program experimental

Acoperirea capacității mașinii etalon de 6 kNm a I.N.M. cu etaloanele itinerante ale P.T.B. este arătată în fig. 1. Având:

$$\frac{1}{10} \cdot M_n = \frac{1}{10} \cdot 6000 \text{ Nm} = 600 \text{ Nm}$$

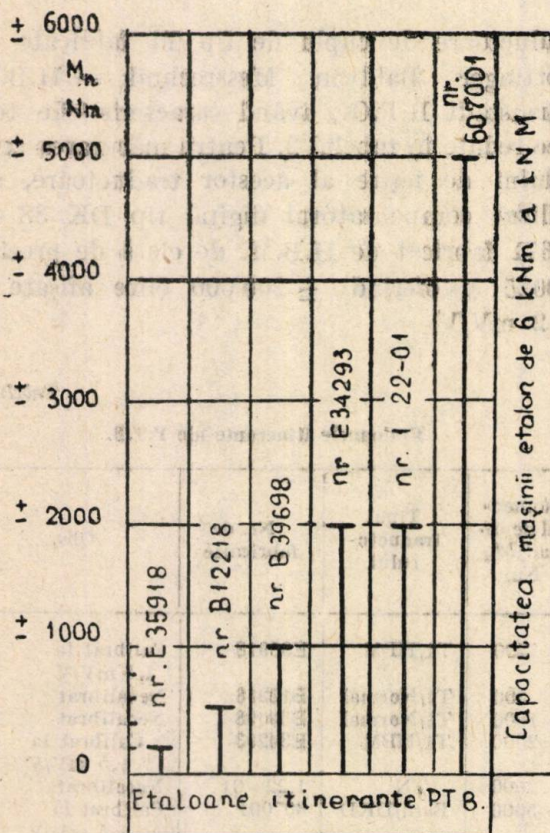


Fig. 1

unde M_n este momentul nominal; etalonul itinerant de 200 Nm situându-se sub jumătate din $1/10 \cdot M_n$, nu este potrivit pentru compararea acestei mașini, etalonul itinerant de 500 Nm situându-se la limită sub acest aspect.

Comparația cu etaloanele itinerante ale P.T.B. a urmărit:

- determinarea influenței poziției de montare a traductorului asupra semnalului de ieșire;
- determinarea erorilor de indicație a fiecărui traductor al P.T.B. prin încercarea lor la mașina etalon a I.N.M.

În acest sens, comparația s-a desfășurat după următorul program [5; 1]:

3.1. Montarea traductorului în poziția inițială, denumită 0° și efectuarea a trei cicluri de încărcare-descărcare preliminară cu măsurarea semnalului de ieșire la 0 și la M_n .

3.2. Efectuarea a trei cicluri de încărcare-descărcare până la M_n în trepte de câte $20\% M_n$ cu măsurarea semnalelor de ieșire.

3.3. Demontarea și remontarea traductorului la 180° față de poziția inițială, cu efectuarea unui ciclu de încărcare-descărcare prealabilă și a unui ciclu de măsurare.

3.4. Demontarea și remontarea traductorului la 360° față de poziția inițială, cu efectuarea unui ciclu de încărcare-descărcare prealabilă și a unui ciclu de măsurare.

3.5. Repetarea acestui program pentru momentul cuplului negativ.

4. Rezultatele obținute

Prelucrarea rezultatelor experimentale s-a efectuat cu relațiile din STAS 9838-82 tabelul 1, calculându-se următoarele mărimi:

- e_l eroarea de linearitate;
- e_f eroarea de fidelitate determinată din amplitudine;
- e_a eroarea de repetabilitate exprimată ca eroare medie pătratică experimentală;
- e_h eroarea de histererezis;
- e_k eroarea de calibrare.

Drept caracteristică de conversie lineară s-a considerat dreapta care trece prin zero și prin valoarea medie a semnalului de ieșire la treapta $0,8 M_n$, M_n fiind momentul nominal al traductorului în cauză. Conform STAS 2872/1-86 tabelul 2, pentru numărul de determinări $n = 3$ șiruri de măsurări, valorile e_a s-au determinat cu relația $e_a = 0,5908 \cdot e_f$.

Incertitudinea determinărilor experimentale este dată în tabelul 3. Determinările experimentale s-au efectuat cu $n = 3$ șiruri de măsurări și anume:

- la nivelul de încredere $P^* = 99\%$ cu o incertitudine de $0,0179 \dots 0,0997\%$ (media $0,0557\%$) pentru valorile individuale, respectiv cu o incertitudine de $0,0103 \dots 0,0576\%$ (media $0,0322\%$) pentru valorile medii;

Incertitudinea determinărilor experimentale ($n = 3$ șiruri de măsurări)

Etalon itinerant al P.T.B.	500 Nm	1000 Nm	2000 Nm		5000 Nm
	nr. B12218	nr. B39698	nr. E34293	nr. 1.22—01	nr. 607001
Moment al cuplului	Pozitiv Negativ	Pozitiv Negativ	Pozitiv Negativ	Pozitiv Negativ	Pozitiv Negativ
Eroarea medie pătratică maximă $ e_{a\max} \%$	0,0093 0,0108	0,0018 0,0018	0,0031 0,0019	0,0053 0,0060	0,0098 0,0063
Nivel de încredere $P^+ = 99 \% (2,58 \sigma)$					
Incertitudinea maximă a valorilor individuale % $t e_{a\max} = 9,92 e_{a\max} $	0,0923 0,1071	0,0179 0,0179	0,0308 0,0188	0,0526 0,0595	0,0972 0,0625
	0,0997	0,0179	0,0248	0,0561	0,0799
	0,0577				
Incertitudinea maximă a valorilor medii % $\frac{t}{\sqrt{n}} e_{a\max} = 5,73 e_{a\max} $	0,0533 0,0619	0,0103 0,0103	0,0178 0,0109	0,0304 0,0344	0,0562 0,0361
	0,0576	0,0103	0,0144	0,0324	0,0462
	0,0322				
Nivel de încredere $P^+ = 95 \% (1,96 \sigma)$					
Incertitudinea maximă a valorilor individuale % $t e_{a\max} = 4,30 e_{a\max} $	0,0400 0,0464	0,0077 0,0077	0,0133 0,0082	0,0228 0,0258	0,0421 0,0271
	0,0432	0,0077	0,0108	0,0243	0,0346
Incertitudinea maximă a valorilor medii % $\frac{t}{\sqrt{n}} e_{a\max} = 2,48 e_{a\max} $	0,0241				
	0,0231 0,0268	0,0045 0,0045	0,0077 0,0047	0,0131 0,0149	0,0243 0,0156
	0,0250	0,0045	0,0062	0,0140	0,0200
	0,0139				

— la nivelul de încredere $P^+ = 95 \%$ cu o incertitudine de 0,0077...0,0432 % (media 0,0241 %) pentru valorile individuale, respectiv cu o incertitudine de 0,0045...0,0250 % (media 0,0139 %) pentru valorile medii.

5. Interpretarea rezultatelor

5.1. Influența poziției de montare a traducto- rului

Prin montarea traductoarelor la pozițiile 0° ; 180° ; 360° s-au obținut semnalele de ieșire c_0 ; c_{180} ; c_{360} . Diferențele care apar la pozițiile 180° și 360° față de poziția inițială 0° s-au calculat cu relațiile:

$$\Delta_{180} = \frac{c_{180} - c_0}{c_0} \cdot 100 \%;$$

$$\Delta_{360} = \frac{c_{360} - c_0}{c_0} \cdot 100 \%$$

la fiecare treaptă de moment, cu mențiunea că valoarea determinată la zero în descărcare s-a

calculat prin raportare la semnalul de ieșire de la 100% M_n .

Valorile maxime ale acestor diferențe sunt redate în tabelul 4, considerându-se toleranța egală cu clasa, adică $0,1 \%$ această toleranță nefiind deocamdată normalizată. În tabelul 4 s-au calculat și rezervele de toleranță care apar la variația poziției de montare. Extrăgând rezervele de toleranță din acest tabel, se obțin valorile din tabelul 5. Se observă rezerve de toleranță medii mai mari ($80,8 \%$ la moment pozitiv și $76,4 \%$ la moment negativ) respectiv în medie $78,6 \%$ la poziția 360° ceea ce de fapt înseamnă revenirea la poziția de montare inițială, față de $19,2 \%$ la moment pozitiv și $20,8 \%$ la moment negativ, adică în medie o rezervă de $20,0 \%$ la poziția 180° .

5.2. Erorile etaloanelor itinerante ale P.T.B. stabilite cu etalonul primar al I.N.M.

Calculând rezervele de precizie ale caracteristicilor metrologice ale traductoarelor P.T.B. stabilite cu etalonul de 6 kNm al I.N.M., se

Tabelul 4

Influența poziției traductorului asupra semnalului de ieșire

Pozi- ția de mon- tare	Admis pt. cl. 0,1	Moment pozitiv				Moment negativ			
		Δ	Rezerva de toleranță		Treapta unde apare	Δ	Rezerva de toleranță		Treapta unde apare
	%	%	Abs.	%		%	Abs.	%	
500 Nm nr. B12218									
180°	±0,1000	0,1489	-0,0489	-48,9	20% M_n încărcare	0,0848	0,0152	15,2	20% M_n descărcare
360°	±0,1000	-0,0334	0,0666	66,6	40% M_n descărcare	-0,0408	0,0592	59,2	20% M_n descărcare
1000 Nm nr. B39698									
180°	±0,1000	-0,0517	0,0483	48,3	25% M_n descărcare	-0,0485	0,0515	51,1	20% M_n încărcare
360°	±0,1000	0,0185	0,0815	81,5	50% M_n descărcare	-0,0411	0,0589	58,9	20% M_n încărcare
2000 Nm nr. E34293									
180°	±0,1000	0,0200	0,0800	80,0	40% M_n descărcare	-0,0243	0,0757	75,7	20% M_n descărcare
360°	±0,1000	-0,0110	0,0890	89,0	20% M_n descărcare	0,0057	0,0943	94,3	20% M_n descărcare
2000 Nm nr. 1.22—01									
180°	±0,1000	-0,0740	0,0260	26,0	20% M_n descărcare	0,0561	0,0439	43,9	20% M_n descărcare
360°	±0,1000	0,0199	0,0801	80,1	20% M_n încărcare	-0,0059	0,0941	94,1	40% M_n descărcare
5000 Nm nr. 607001									
180°	±0,1000	-0,1098	-0,0098	-9,8	20% M_n încărcare	0,1823	-0,0823	-82,3	20% M_n încărcare
360°	±0,1000	0,0133	0,0867	86,7	20% M_n descărcare	-0,0243	0,0757	75,7	20% M_n încărcare

Tabelul 5

Rezerve de toleranță la poziționarea diferită în %

Nm	500	1000	2000		5000	Media %
nr.	B12218	B39698	E34293	1.22—01	607001	
180°						
Moment pozitiv	—48,9	48,3	80,0	26,0	—9,8	19,2
Moment negativ	15,2	51,5	75,7	43,9	—82,3	20,8
Media : 20,0						
360°						
Moment pozitiv	66,6	81,5	89,0	80,1	86,7	80,8
Moment negativ	59,2	58,9	94,3	94,1	75,7	76,4

Media : 78,6

Tabelul 6

Rezerve de precizie în % ale etaloanelor itinerante ale P.T.B.

Nm	500	1000	2000		5000	Media
nr.	B12218	B39698	E34293	1.22-01	607001	%
Moment pozitiv						
Linearitate	75,4	75,0	91,2	85,3	88,9	83,2
Fidelitate	68,6	93,8	89,4	82,2	66,8	80,2
Repetabilitate	69,0	94,0	89,7	82,3	67,3	80,5
Histerezis	84,0	69,2	97,0	58,8	92,6	80,3
Calibrare	—	—	83,1	—	0,5	41,8
						Media : 73,2
Moment negativ						
Linearitate	87,0	88,5	90,2	91,1	78,1	87,0
Fidelitate	63,6	93,8	93,4	79,8	78,6	81,8
Repetabilitate	64,0	94,0	93,7	80,0	79,0	82,1
Histerezis	85,4	80,0	87,0	81,8	82,2	83,3
Calibrare	—	—	83,2	—	5,9	44,6

Media : 75,8

obțin valorile din tabelul 6. Se constată o rezervă de precizie medie de 73,2 % la moment pozitiv, respectiv de 75,8 % la moment negativ, independent de poziția de montare.

6. Concluzii

Nu s-a depistat o influență negativă a poziției de montare a etaloanelor itinerante ale P.T.B. în mașina etalon de 6 kNm a I.N.M. în sensul scoaterii lor din clasă; dimpotrivă, s-a obținut o rezervă medie a toleranței la montare de $(20,0 + 78,6)/2 = 49,3$ %. Caracteristicile metrologice ale etaloanelor itinerante ale P.T.B. determinate pe mașina etalon de 6 kNm a I.N.M. s-au confirmat integral, cu o rezervă de precizie medie de $(73,2 + 75,8)/2 = 74,5$ %, adică rezultate compatibile obținute la compararea acestor etaloane.

BIBLIOGRAFIE

- [1] * * * Comparații internaționale cu P.T.B. ale etaloanelor primare pentru momentul cuplului de forțe de 6 kNm și 200 Nm. Studiu I.N.M.B. 1993.
- [2] Lambert V., Fântânu N., Deadweight standard machines for static torque moment reproduction. Bulletin O.I.M.L. Paris, no. 89/1982, pag. 22—34.
- [3] Millea A., Cartea metrologului. Metrologie generală. Editura tehnică, București 1985, pag. 222—226.
- [4] Millea A., Comparațiile interlaboratoare, acte de importanță majoră în lumea metrologiei. Metrologia aplicată București, nr. 3/1987, pag. 134—136.
- [5] Peschel D., Ein neues Konzept der komplexen Prüfung von Drehmomentaufnehmern mit hohen Genauigkeitsanforderungen. Al 6-lea Simpozion național de tensometrie, Craiova 24—25 Sept. 1992, vol. 1, pag. 255.
- [6] Rațiu M., Realizările Secției din Timișoara a Institutului de Metrologie. Metrologia aplicată București, nr. 8—9/1966, pag. 386—396.

Utilizarea multiplexoarelor analogice în realizarea unui ohmmetru digital controlat de calculator

BRÂNDUȘA PANTELIMON, CONSTANTIN ILIESCU,
SORIN DAN GRIGORESCU *

Abstract: Automatic resistance measurement with resolutions from $100 \mu\Omega$ to 100Ω requires an appropriate digital ohmmeter. A new and interesting solution for range switching, even over such a large interval (six decades), is offered by static switches.

Résumé: Le mesurage automatique des résistances avec des résolutions de $100 \mu\Omega$ à 100Ω nécessite la réalisation d'un ohmmètre numérique adéquat. Une nouvelle et intéressante solution pour le sélecteur des gammes, même dans un interval si large (six décades), est offerte par les commutateurs statiques.

Introducere

În realizarea unui ohmmetru digital cu șapte game de măsurare de la $100 \text{ m}\Omega$ până la $100 \text{ k}\Omega$, cu comutare automată a gamelor și cu posibilități de cuplare la calculator se impun câteva considerații inițiale:

— pentru performanțele cerute la rezistențe mici (game de $100 \text{ m}\Omega \dots 1 \Omega$) este necesară uti-

— curenții maximi de măsurare, compatibil cu tehnica MOS fiind mici (de ordinul zecilor de miliamperi) face necesară amplificarea purtătoare a semnalului, caz în care se face simțită necesitatea unei tehnici de compensare automată a tensiunii de decalaj.

S-a utilizat o structură de amplificator de instrumentație cu câștig comutabil și autozero.

Schema bloc a aparatului este prezentată în figura 1,

unde:

I_{ref} generator de curent de referință comutabil în 7 decade de la $10 \mu\text{A}$ la 100 mA ;

AI amplificator de măsurare cu autozero și câștig comutabil de 1; 10; 100;

V voltmetru electronic.

Schema de măsurare propusă (cu generator de curent constant și măsurare a căderii de tensiune pe voltmetru asigură atât o simplitate maximă cât și avantajele unei protecții relativ simple la conectări accidentale.

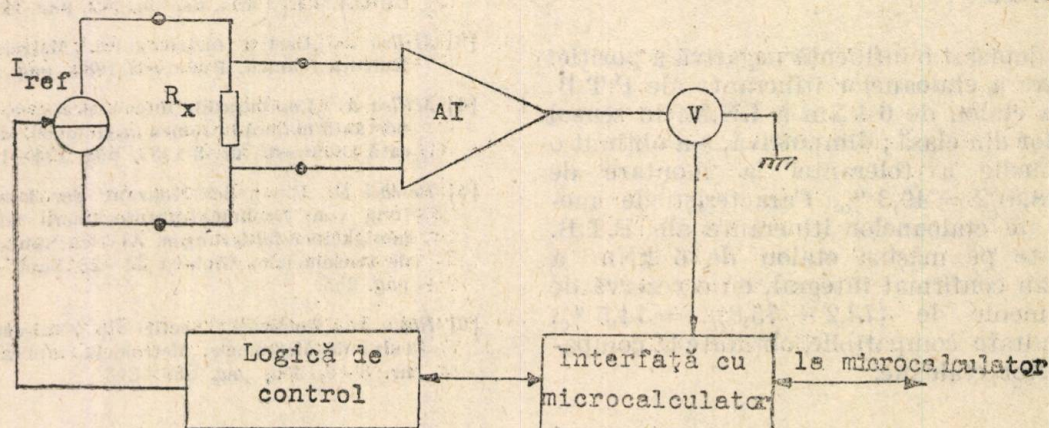


Fig. 1

lizarea unei scheme de măsurare în patru puncte;

— comutarea gamelor trebuie să fie adecvată controlului automat, soluția adoptată fiind cea a comutării statice cu dispozitive integrate tip MOS;

* Universitatea „Politehnica” București, Facultatea Electrotehnică, Splaiul Independenței nr. 313.

Generatorul de curent constant

În figura 2 este prezentată principal metoda de compensare în punte a unei tensiuni de referință pe un rezistor etalon, ansamblul oferind proprietățile unui generator ideal de curent.

Relațiile de funcționare sunt :

$$U_{ref1} = U_{ref} \frac{R_1}{R_1 + R_2} \quad (1)$$

$$I_{ref} = \frac{U_{ref1}}{R_e} = U_{ref} \frac{R_1}{R_e(R_1 + R_2)} \quad (2)$$

$$U_x = R_x \cdot I_{ref} \quad (3)$$

Schimbarea curentului I_{ref} funcție de domeniul în care se încadrează R_x implică schimba-

rea rezistorului etalon R_x pentru obținerea unor performanțe optime. Un multiplexor analogic MOS asigură comutarea rezistențelor etalon conform schemei din figura 3.

Multiplexorul $MUX 1$ asigură comutarea rezistențelor, dar pentru ca rezistența proprie de canal deschis a tranzistoarelor MOS din compensare să nu altereze prin inseriere valoarea rezistențelor etalon R_e și implicit a curentului de referință, s-a montat multiplexorul suplimentar $MUX 2$ tandem cu $MUX 1$, care realizează închiderea buclei de reacție a amplificatorului operațional înaintea multiplexorului 1 ceea ce face ca influența rezistențelor sale parazite să

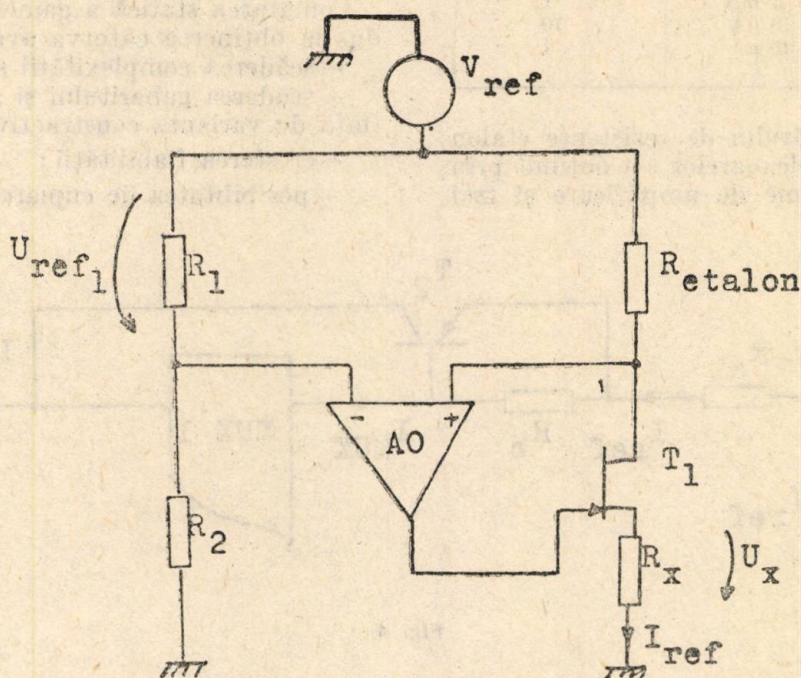


Fig. 2

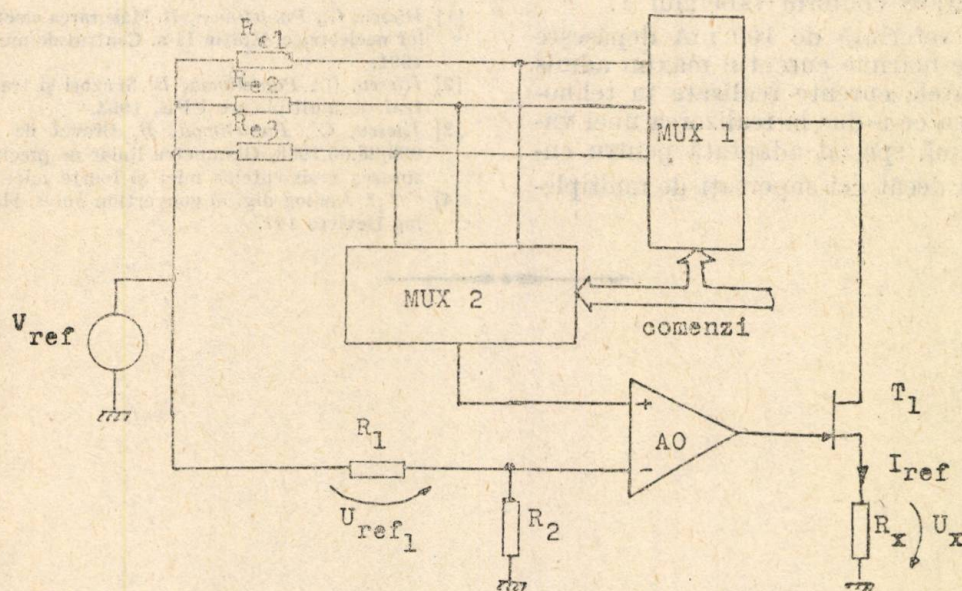


Fig. 3

fie practic anulată. Rezistența parazită a multiplexorului 2 este ea însăși neglijabilă datorită impedanței mari de intrare a amplificatorului operațional.

Tabelul 1

Gama de măsurare R_x	Curentul de referință I_{ref}	Amplificarea AI
100 mΩ	100 mA	$\times 100$
1 Ω	100 mA	$\times 10$
10 Ω	100 mA	$\times 1$
100 Ω	1 mA	$\times 10$
1 kΩ	1 mA	$\times 1$
10 kΩ	10 μA	$\times 10$
100 kΩ	10 μA	$\times 1$

Optimizarea numărului de rezistențe etalon și de cele ale multiplexoarelor s-a obținut prin utilizarea a trei game de amplificare și trei

În schema ilustrată în fig. 4 tranzistorul bipolar T_2 se deschide și respectiv se închide odată cu canalul corespunzător al multiplexorului, fiind comandat chiar de curentul care circulă prin acesta.

În acest fel curentul de referință de la intrare nu este afectat la ieșire, iar curentul prin canalul multiplexor este dimensionat conform formulei :

$$I_{MUX} \approx \frac{U_{EB}}{R_b} + I_{BT},$$

Concluzii

Comutarea statică a gamelor de măsurare a dus la obținerea câtorva avantaje :

- scăderea complexității schemei;
- scăderea gabaritului și a prețului de cost (față de varianta constructivă cu relee);
- creșterea fiabilității;
- posibilitatea de cuplare la calculator.

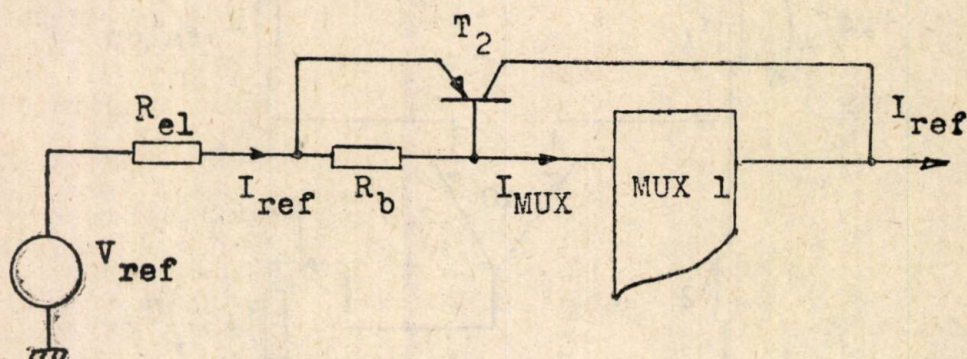


Fig. 4

curenți de referință pentru toate cele șapte game de măsurare conform tabelului 1.

Curentul de referință de 100 mA depășește cu un ordin de mărime curentul maxim admis de multiplexoarele curente realizate în tehnologie MOS, ceea ce a dus la realizarea unei variante de schemă special adaptată pentru curenți mai mari decât cei suportați de multiplexorul MOS.

BIBLIOGRAFIE

- [1] Iliescu, C., Pantelimon, B. Măsurarea electrică a mărimilor neelectrice. Ediția II-a. Centrul de multiplicare IPB, 1991.
- [2] Iliescu, C., Pantelimon, B. Senzori și traductoare. Centrul de multiplicare UPB, 1993.
- [3] Iliescu, C., Pantelimon, B. Brevet de invenție nr. 693/28.09.1988, Ohmmetru liniar de precizie pentru măsurarea rezistențelor mici și foarte mici.
- [4] * * * Analog digital conversion notes. Hand-book Analog Devices 1977.

Metode de evaluare a incertitudinii de etalonare a termometrelor cu rezistența din platină în intervalul de temperatură (0... 419, 527)°C

SONIA TĂNASE *

Abstract: The paper depicts two calculus methods, used to estimate the calibration uncertainty of platinum resistance thermometers, within the range (0...419,527)°C, and to establish the way in which the measurement uncertainty for fixed points within this temperature range propagates. One of these methods, which is based upon the exact solution of the interpolation equation, is rigorous but laborious. The other makes use of the approximation $W(T_{90}) = W_r(T_{90})$, already used by other authors, which considerably simplifies the calculus.

Résumé: On présente et on discute deux méthodes de calcul utilisées pour estimer l'incertitude d'étalonnage des thermomètres à résistance de platine, dans l'intervalle (0...419,527) °C, et pour établir le mode de propagation de l'incertitude de mesurage des points fixes dans cet intervalle de températures. Une de ces méthodes, qui se base sur la solution exacte de l'équation d'interpolation, est rigoureuse, mais très laborieuse. L'autre se base sur l'approximation $W(T_{90}) = W_r(T_{90})$, utilisée aussi par d'autres auteurs, qui simplifie considérablement le calcul.

1. Introducere

În conformitate cu Scara Internațională de Temperatură din 1990 (SIT-90 [1]), etalonarea unui termometru cu rezistență din platină implică măsurarea rezistenței sale electrice la puncte fixe de definiție specificate și determinarea, pe baza valorilor obținute, a caracteristicii $W = f(T_{90})$ prin intermediul unor formule de interpolare, de asemenea, specificate.

Dar, rezistența electrică a unui termometru cu rezistență din platină se măsoară, la fiecare dintre punctele fixe, cu o anumită incertitudine. Pe de altă parte, valorile $W(T_{90})$ se determină prin calcul pe baza rezultatelor acestor măsurări. Ca urmare, pentru estimarea incertitudinii de determinare a valorilor $W(T_{90})$ trebuie să se evalueze efectul asupra respectivelor valori al incertitudinilor de măsurare la punctele fixe. Această evaluare are la bază teoria propagării incertitudinilor de măsurare.

Pentru stabilirea modului de evaluare a incertitudinii de etalonare a termometrelor cu

rezistență din platină în intervalul (0...419,527)°C, respectiv pentru stabilirea modului de propagare a incertitudinilor de măsurare la punctele fixe în acest interval, în articol vor fi prezentate și analizate două metode de calcul:

— O metodă bazată pe soluția exactă a ecuației de interpolare. Este o metodă riguroasă, dar complexă și laborioasă; în plus, folosirea sa necesită efectuarea tuturor calculelor pe care le implică la fiecare termometru supus etalonării. Aceste dezavantaje au făcut ca metoda să nu fie abordată de specialiști în studiul propagării incertitudinilor de măsurare în intervalul (0...419,527)°C. Va fi studiată, totuși, în articolul de față deoarece furnizează cele mai exacte rezultate; ca urmare, am denumit această metodă — *metoda exactă*.

— O metodă bazată pe aproximația $W(T_{90}) = W_r(T_{90})$, aproximație care a mai fost utilizată de unii autori [2, 3] și care simplifică foarte mult calculele. Elementul de noutate pe care îl aduce tratarea metodei în cadrul acestui articol îl constituie structurarea calculelor și sintetizarea rezultatelor astfel încât acestea să devină valabile pentru orice termometru etalon cu rezistență din platină; ca urmare, am denumit noua metodă stabilită — *metoda generală*. Un alt element de noutate îl reprezintă evaluarea erorilor introduse prin aproximația folosită; pentru aceasta, rezultatele obținute prin metoda generală sunt comparate cu rezultatele de referință determinate cu metoda exactă.

2. Unele considerații privind legea de propagare a incertitudinilor de măsurare

În majoritatea cazurilor, un măsurand Y nu este măsurat direct ci depinde de alte N mărimi măsurabile $X_1, X_2, \dots, X_N$, dependență exprimată printr-o relație funcțională f :

$$Y = f(X_1, X_2, \dots, X_N). \quad (1)$$

Estimația măsurandului Y , notată cu y , este obținută din ecuația (1) pe baza estimațiilor $x_1, x_2, \dots, x_N$ ale celor N mărimi $X_1, X_2, \dots, X_N$. În acest fel, estimația mărimii de ieșire y , care reprezintă rezultatul măsurării, va fi dată de:

$$y = f(x_1, x_2, \dots, x_N).$$

* Institutul Național de Metrologie, șos. Vitan Bărzești nr. 11, sector 4, București.

Estimația erorii medii pătratice a estimației y , denumită incertitudine standard (sau incertitudine la nivel de 1σ) compusă și notată cu $u_c(y)$ este determinată cu ajutorul estimațiilor erorilor medii pătratice ale estimațiilor x_i , denumite incertitudini standard și notate cu $u(x_i)$. O incertitudine standard $u(x_i)$ este determinată, la rândul său, prin compunerea incertitudinilor standard de tip A și de tip B .

În cazul în care mărimile X_i sau estimațiile lor x_i sunt corelate, varianța (sau dispersia) compusă $u_c^2(y)$ a rezultatului măsurării se exprimă prin:

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^N \left[\frac{\partial f}{\partial x_i} \right] \left[\frac{\partial f}{\partial x_j} \right] u(x_i, x_j) =$$

$$= \sum_{i=1}^N \left[\frac{\partial f}{\partial x_i} \right]^2 u^2(x_i) +$$

$$+ 2 \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \left[\frac{\partial f}{\partial x_i} \right] \left[\frac{\partial f}{\partial x_j} \right] u(x_i, x_j) \quad (2)$$

unde x_i și x_j sunt estimațiile lui X_i și, respectiv, X_j , iar $u(x_i, x_j) = u(x_j, x_i)$ este covarianța lui x_i și x_j . Gradul de corelație dintre x_i și x_j este caracterizat prin coeficientul de corelație:

$$r(x_i, x_j) = \frac{u(x_i, x_j)}{u(x_i) u(x_j)}$$

unde $r(x_i, x_j) = r(x_j, x_i)$ și $-1 \leq r(x_i, x_j) \leq 1$.

Dacă estimațiile x_i și x_j sunt independente, atunci $r(x_i, x_j) = 0$ și o variație a uneia dintre ele nu implică și variația celeilalte.

În termenii coeficienților de corelație, covarianța din relația (2) poate fi scrisă astfel:

$$u(x_i, x_j) = u(x_i) u(x_j) r(x_i, x_j).$$

Ca urmare, relația (2) capătă forma:

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^N \left[\frac{\partial f}{\partial x_i} \right]^2 u^2(x_i) + \sum_{i=1}^N \sum_{j=i+1}^N \left[\frac{\partial f}{\partial x_i} \right] \left[\frac{\partial f}{\partial x_j} \right] \cdot u(x_i) u(x_j) r(x_i, x_j) \quad (3)$$

care constituie legea de propagare a incertitudinilor de măsurare.

3. Două metode de evaluare a incertitudinii de etalonare a termometrelor cu rezistență din platină în intervalul de temperatură (0...419,527)°C

Plecând de la forma generală a legii de propagare a incertitudinilor de măsurare, prezentată în capitolul precedent, putem trece la par-

ticularizarea sa pentru intervalul de temperatură (0...419,527)°C.

În acest interval, curba de etalonare $W = f(T_{90})$ a unui termometru cu rezistență din platină se determină prin măsurarea rezistenței sale electrice la punctul triplu al apei (0,01 °C) și la punctele de solidificare ale staniului (231,928°C) și zincului (419,527 °C), precum și prin interpolarea între valorile acestor puncte fixe cu ajutorul funcției abatere:

$$W(T_{90}) - W_r(T_{90}) = a[W(T_{90}) - 1] +$$

$$+ b[W(T_{90}) - 1]^2 \quad (4)$$

în care:

— $W(T_{90})$ reprezintă raportul dintre rezistențele electrice ale termometrului la temperatura T_{90} și, respectiv, la temperatura punctului triplu al apei:

$$W(T_{90}) = R(T_{90})/R(0,01 \text{ °C}); \quad (5)$$

— $W_r(T_{90})$ constituie o funcție de referință:

$$W_r(T_{90}) = C_0 + \sum_{i=1}^9 C_i \left(\frac{T_{90}/K - 754,15}{481} \right)^i \quad (6)$$

ai cărei coeficienți C_0 și C_i ($i = 1, 2, \dots, 9$) au valorile date în tabelul 1.

Tabelul 1

Valorile coeficienților funcției de referință $W_r(T_{90})$

C_0	2,781 572 54	C_5	0,005 118 68
C_1	1,646 509 16	C_6	0,001 879 82
C_2	-0,137 143 90	C_7	-0,002 044 72
C_3	-0,006 497 67	C_8	-0,000 461 22
C_4	-0,002 344 44	C_9	0,000 457 24

Dacă se folosește notațiile:

$R(\text{Sn})$ = rezistența electrică a termometru-
lui la temperatura punctului de so-
lidificare al staniului

$R(\text{Zn})$ = rezistența electrică a termometru-
lui la temperatura punctului de
solidificare al zincului

$W(\text{Sn}) = R(\text{Sn})/R(0,01 \text{ °C})$

$W(\text{Zn}) = R(\text{Zn})/R(0,01 \text{ °C}),$

atunci caracteristica $W = f(T_{90})$ a termometrului se calculează cu relația :

$$W(T_{90}) = W_r(T_{90}) + \frac{[W(\text{Sn}) - W_r(\text{Sn})][W(\text{Zn}) - 1]^2 - [W(\text{Zn}) - W_r(\text{Zn})][W(\text{Sn}) - 1]^2}{[W(\text{Sn}) - 1][W(\text{Zn}) - 1][W(\text{Zn}) - W(\text{Sn})]} \times \\ \times [W(T_{90}) - 1] + \frac{[W(\text{Zn}) - W_r(\text{Zn})][W(\text{Sn}) - 1] - [W(\text{Sn}) - W_r(\text{Sn})][W(\text{Zn}) - 1]}{[W(\text{Sn}) - 1][W(\text{Zn}) - 1][W(\text{Zn}) - W(\text{Sn})]} \times \\ \times [W(T_{90}) - 1]^2. \quad (7)$$

Prin definiție, $W_r(T_{90})$, $W_r(\text{Sn})$ și $W_r(\text{Zn})$ sunt constante. Rezultă că valoarea raportului $W(T_{90})$ depinde numai de valorile rapoartelor $W(\text{Sn})$ și $W(\text{Zn})$, specifice fiecărui termometru cu rezistență din platină :

$$W(T_{90}) = f(W(\text{Sn}), W(\text{Zn})).$$

Valorile $W(\text{Sn})$ și $W(\text{Zn})$ se determină cu incertitudinile $u_{W(\text{Sn})}$ și $u_{W(\text{Zn})}$, rezultate în urma măsurărilor la cele trei puncte fixe și care se propagă în valoarea lui $W(T_{90})$ prin relația (7).

Incertitudinea de determinare a valorii $W(T_{90})$, în care sunt propagate $u_{W(\text{Sn})}$ și $u_{W(\text{Zn})}$, în conformitate cu relația (3), se exprimă prin :

$$u_W = \left[\left(\frac{\partial W}{\partial W(\text{Sn})} \right)^2 u_{W(\text{Sn})}^2 + \left(\frac{\partial W}{\partial W(\text{Zn})} \right)^2 \cdot \right. \\ \left. \cdot u_{W(\text{Zn})}^2 + 2r \left(\frac{\partial W}{\partial W(\text{Sn})} \right) \left(\frac{\partial W}{\partial W(\text{Zn})} \right) u_{W(\text{Sn})} u_{W(\text{Zn})} \right]^{1/2} \quad (8)$$

unde :

r coeficientul de corelație între $W(\text{Sn})$ și $W(\text{Zn})$;

u_W incertitudinea de determinare a valorii $W(T_{90})$.

Derivatele parțiale $\partial W / \partial W(\text{Sn})$ și $\partial W / \partial W(\text{Zn})$ din expresia de mai sus pot fi obținute din soluția exactă a ecuației (7) sau din soluția exactă a unei forme simplificate a acesteia, care rezultă în urma unor aproximații. În acest scop, respectiv pentru evaluarea incertitudinii compuse u_W , ca urmare a propagării incertitudinilor parțiale $u_{W(\text{Sn})}$ și $u_{W(\text{Zn})}$ în intervalul $(0 \dots 419,527)^\circ\text{C}$, am stabilit două metode de calcul ce vor fi prezentate în continuare.

3.1 Metoda exactă

Această metodă include următoarele etape :

- rezolvarea ecuației (7) în W ;
- derivarea soluției exacte rezultate în raport cu $W(\text{Sn})$ și, respectiv, în raport cu $W(\text{Zn})$;
- înlocuirea expresiilor celor două derivate parțiale în relația (8).

Întrucât expresiile obținute pentru soluția ecuației (7), precum și pentru cele două derivate parțiale sunt foarte lungi, transcrierea lor aici ar ocupa un spațiu nejustificat de mare în economia articolului. Aceste expresii pot fi, însă, puse la dispoziția celor interesați, împreună cu un listing al programului de calculator, care stabilește forma expresiilor respective prin calcul simbolic și le utilizează, apoi, direct în calculele numerice ulterioare.

Pentru a se pune în evidență modul de propagare a $u_{W(\text{Sn})}$ și $u_{W(\text{Zn})}$, trebuie ca diferitelor variabile din expresia obținută pentru u_W să li se atribuie valori numerice (ceea ce nu va afecta, însă, generalitatea concluziilor). Astfel, pentru incertitudinile de măsurare la cele trei puncte fixe s-au ales valorile :

$$u_{0,01}^\circ\text{C} = u_{t(\text{Sn})} = u_{t(\text{Zn})} = 1 \text{ mK}$$

rezultând

$$u_{W(\text{Sn})} = 8,55 \cdot 10^{-6} \text{ și } u_{W(\text{Zn})} = 10,99 \cdot 10^{-6}.$$

Pentru rapoartele $W(\text{Sn})$ și $W(\text{Zn})$, dintre datele experimentale s-au ales valorile :

$$W(\text{Sn}) = 1,892\,583\,5 \text{ și } W(\text{Zn}) = 2,568\,515\,2,$$

după criteriul abaterii maxime față de $W_r(\text{Sn})$ și, respectiv, $W_r(\text{Zn})$, din considerente care vor fi relevate ulterior.

Întrucât valoarea coeficientului de corelație r nu a putut fi stabilită pe cale teoretică, s-au atribuit acestuia diferite valori [2,3] ($r_1=1$; $r_2=0,5$; $r_3=0$; $r_4=-0,5$; $r_5=-1$), urmând ca din interpretarea rezultatelor să se deducă valoarea sa cea mai exactă.

În fig. 1 au fost reprezentate grafic, în funcție de r și temperatură, valorile incertitudinilor u_W stabilite cu metoda exactă.

Din fig. 1 se observă că :

— valorile u_W sunt minime pentru $r=1$ și sunt maxime pentru $r=-1$, în subintervalul $(0 \dots 231,928)^\circ\text{C}$ și, respectiv, sunt maxime pentru $r=1$ și sunt minime pentru $r=-1$, în subintervalul $(231,928 \dots 419,527)^\circ\text{C}$;

— valorile u_W la temperatura de solidificare a staniului și, respectiv, a zincului sunt egale cu $u_{W(\text{Sn})}$ și, respectiv, $u_{W(\text{Zn})}$, pentru orice valoare a coeficientului de corelație r ;

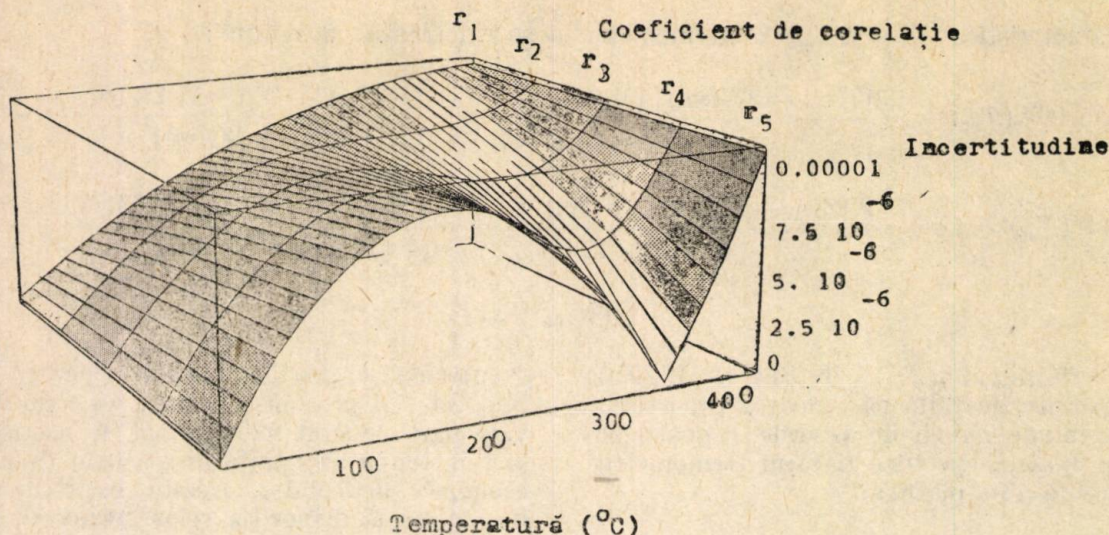


Fig. 1 Modul de propagare a $u_{W(Sn)}$ și $u_{W(Zn)}$ în u_W (metoda exactă)

— valoarea u_W pentru $r = 0$ reprezintă aproximativ media aritmetică a celorlalte 4 valori u_W , calculate pentru $r = -1$; $-0,5$; $0,5$ și 1 (eroarea de aproximație fiind de maximum 5% din incertitudinea de măsurare la punctele fixe, este neglijabilă);

— diferențele dintre valorile u_W calculate pentru $r = 0$ și, respectiv, pentru oricare altă valoare a lui r sunt neglijabile în raport cu $u_{W(Sn)}$ și $u_{W(Zn)}$.

Pe baza acestor observații se poate concluziona că cea mai bună alegere a valorii coeficientului de corelație o constituie $r = 0$, aceasta exprimând independența variabilelor $W(Sn)$ și $W(Zn)$, ceea ce reduce relația (8) la :

$$u_W = \left[\left(\frac{\partial W}{\partial W(Sn)} \right)^2 u_{W(Sn)}^2 + \left(\frac{\partial W}{\partial W(Zn)} \right)^2 u_{W(Zn)}^2 \right]^{1/2} \quad (9)$$

expresiile rezultate includ valorile $W(Sn)$ și $W(Zn)$, specifice unui anumit termometru).

3.2 Metoda generală

Pentru a înlătura dezavantajele metodei exacte, am introdus în relația (7) aproximația consacrată $W(T_{90}) = W_r(T_{90})$. Modalitatea de abordare a calculelor este însă diferită de cea a altor autori [2,3] și are drept scop obținerea rezultatelor într-o formă care reduce contribuția utilizatorilor doar la câteva operații algebrice elementare.

Aproximația folosită simplifică mult expresiile derivatelor parțiale $\partial W / \partial W(Sn)$ și $\partial W / \partial W(Zn)$. Dacă se fac și aproximațiile $W(Sn) = W_r(Sn)$ și $W(Zn) = W_r(Zn)$, aceste expresii se reduc la :

$$\frac{\partial W}{\partial W(Sn)} = \frac{[W_r - 1] [W_r - W_r(Zn)] [W_r(Sn) + W_r(Zn) - W_r(Sn) \times W_r(Zn) - 1]}{[W_r(Sn) - 1]^2 [W_r(Zn) - 1] [W_r(Zn) - W_r(Sn)]} \quad (10)$$

$$\frac{\partial W}{\partial W(Zn)} = \frac{[W_r - 1] [W_r - W_r(Sn)] [-W_r(Sn) - W_r(Zn) + W(Sn) \times W(Zn) + 1]}{[W_r(Sn) - 1] [W_r(Zn) - 1]^2 [W_r(Zn) - W_r(Sn)]} \quad (11)$$

Metoda de calcul prezentată până aici are marele avantaj de a furniza rezultatele cele mai exacte. Pe de altă parte, însă, această metodă prezintă o serie de dezavantaje și anume, complexitatea și volumul mare al calculelor, precum și necesitatea efectuării acestora pentru fiecare termometru supus etalonării în parte (întrucât

Se observă că în aceste expresii nu mai apare nici o variabilă care să depindă de rezultatele măsurărilor la cele trei puncte fixe. Ca urmare, derivatele parțiale devin niște constante, comune tuturor termometrelor cu rezistență din platină supuse etalonării. Pentru a facilita utilizarea acestei metode, valorile $\partial W / \partial W(Sn)$ și $\partial W / \partial W(Zn)$ au fost calculate din 10°C în 10°C , și sunt înscrise în tabelul 2.

Tabelul 2

Valorile derivatelor parțiale $\partial W/\partial W(\text{Sn})$ și $\partial W/\partial W(\text{Zn})$

$t, ^\circ\text{C}$	$\frac{\partial W}{\partial W(\text{Sn})}$	$\frac{\partial W}{\partial W(\text{Zn})}$	$t, ^\circ\text{C}$	$\frac{\partial W}{\partial W(\text{Sn})}$	$\frac{\partial W}{\partial W(\text{Zn})}$
0	0,000	0,000	220	1,013	-0,035
10	0,101	-0,032	230	1,002	-0,006
20	0,196	-0,061	240	0,988	0,026
30	0,286	-0,087	250	0,968	0,060
40	0,370	-0,110	260	0,945	0,097
50	0,449	-0,130	270	0,917	0,137
60	0,523	-0,146	280	0,884	0,179
70	0,591	-0,160	290	0,848	0,223
80	0,655	-0,172	300	0,807	0,269
90	0,712	-0,180	310	0,761	0,318
100	0,765	-0,185	320	0,712	0,369
110	0,813	-0,188	330	0,658	0,423
120	0,856	-0,187	340	0,601	0,479
130	0,893	-0,184	350	0,539	0,537
140	0,926	-0,178	360	0,473	0,597
150	0,953	-0,170	370	0,403	0,659
160	0,976	-0,158	380	0,329	0,724
170	0,994	-0,144	390	0,252	0,791
180	1,007	-0,128	400	0,170	0,859
190	1,016	-0,109	410	0,085	0,930
200	1,019	-0,087	420	-0,004	1,004
210	1,018	-0,062			

În fig. 2 sunt reprezentate grafic, în funcție de r și temperatură, valorile incertitudinilor u_W stabilite cu metoda generală, folosindu-se aceleași valori :

$u_W = 8,55 \cdot 10^{-6}$

$u_W = 10,99 \cdot 10^{-6}$

$r = -1; -0,5; 0; 0,5; 1$

ca și în cazul metodei exacte.

Se constată că observațiile desprinse din analiza suprafețelor reprezentate în fig. 1 sunt valabile și în cazul reprezentării grafice din fig. 2, ceea ce conduce și aici la alegerea coeficientului de corelație nul ($r = 0$). În aceste condiții, calcularea valorilor incertitudinii compuse de etalonare u_W ale unui termometru devine extrem de simplă și se reduce doar la câteva operații algebrice între valorile derivatelor parțiale înscrise în tabelul 2 și valorile incertitudinilor parțiale de măsurare $u_{W(\text{Sn})}$ și $u_{W(\text{Zn})}$.

Pentru caracterizarea metodei bazate pe aproximații în raport cu metoda exactă, în fig. 3 au fost reprezentate grafic diferențele Δu_W dintre valorile u_W calculate cu metoda generală și valorile u_W de referință determinate cu metoda exactă.

Din fig. 3 rezultă că diferențele Δu_W sunt neglijabile în raport cu incertitudinile de măsurare la punctele fixe. Deoarece rezultatele obținute cu cele două metode sunt aproape identice, deși rapoartelor $W(\text{Sn})$ și $W(\text{Zn})$ li s-au atribuit valorile cele mai depărtate și, respectiv, cele mai apropiate de $W_r(\text{Sn})$ și $W_r(\text{Zn})$, se poate aprecia că cea de-a doua metodă este aproape la fel de exactă cu prima metodă și că valorile din tabelul 2 sunt valabile și utilizabile pentru orice termometru cu rezistență din platină, care se etalonează în intervalul (0... 419,527) °C.

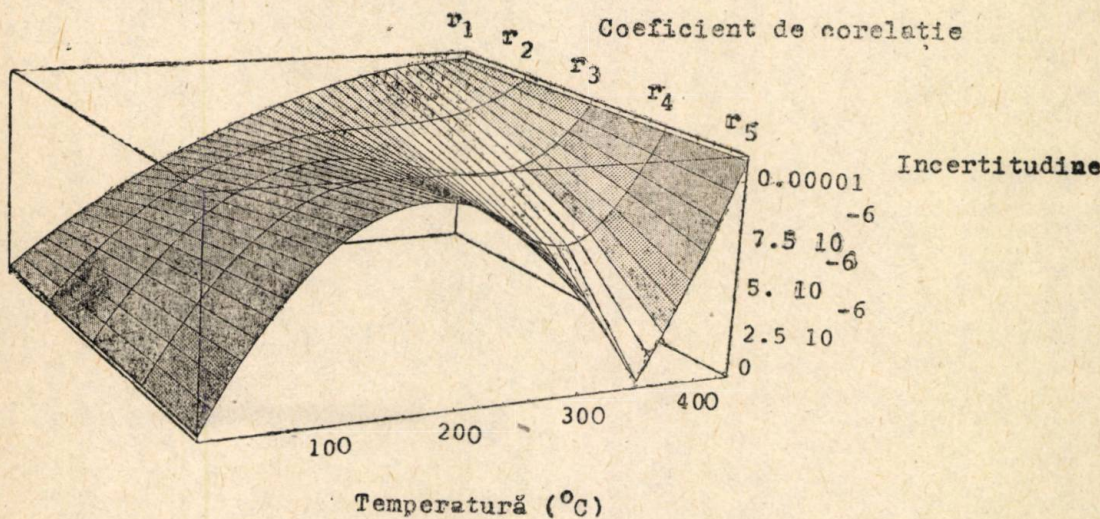


Fig. 2. Modul de propagare a $u_{W(\text{Sn})}$ și $u_{W(\text{Zn})}$ în u_W (metoda generală)

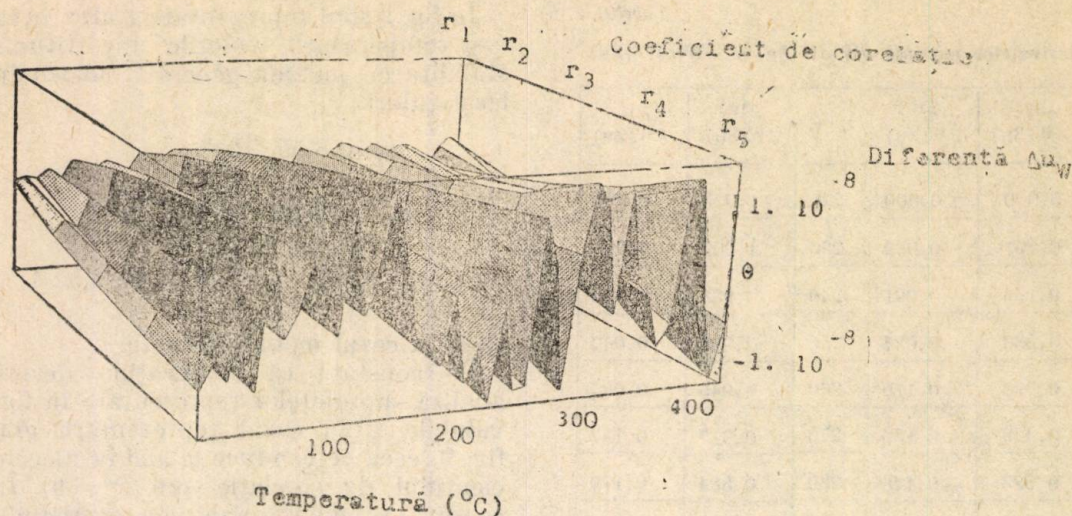


Fig. 3. Diferențele Δu_W dintre valorile u_W determinate cu cele două metode

4. Concluzii

A. Cele două metode prezentate în acest articol dau rezultate care diferă nesemnificativ (doar cu câțiva μK) între ele. Se poate, deci, aprecia că metoda exactă și metoda generală sunt practic la fel de exacte.

B. Simplitatea deosebită și caracterul mult mai general de aplicabilitate prezentate de metoda bazată pe aproximația $W(T_{90}) = W_r(T_{90})$ fac această metodă accesibilă tuturor persoanelor

care certifică și utilizează termometre etalon cu rezistență din platină în conformitate cu SIT-90.

BIBLIOGRAFIE

- [1] * * * Echelle Internationale de Température de 1990 ; Bulletin du BNM, nr. 79, 1990.
- [2] Hermier Y., Bonnier G., Mise en place de l'EIT-90 ; Bulletin du BNM, nr. 79, 1990.
- [3] Renaot, E., Elgourdou M., Bonnier G., Mise en place de l'EIT-90 (suite) entre 0 °C et 419,527 °C ; Bulletin du BNM, nr. 90, 1992.

A 28-a Reuniune a Comitetului Internațional de Metrologie Legală

A 28-a reuniune anuală a Comitetului Internațional de Metrologie Legală a avut loc, între 4 și 6 octombrie 1993, la Berlin, ca urmare a invitației speciale a reprezentantului Germaniei în CIML, Dl. *M. Kochsieck* și a *Physikalisch-Technische Bundesanstalt (PTB)*, cu ocazia aniversării reunificării Germaniei.

Au participat 73 personalități, din 38 de state membre ale OIML, inclusiv trei membri de onoare ai OIML și personalul Biroului Internațional de Metrologie Legală.

Ordinea de zi a reuniunii a inclus: adoptarea procesului-verbal al reuniunii anterioare, situația statelor membre și membre corespondente, chestiunile financiare, situația personalului BIML, noile structuri și proceduri privind lucrările tehnice, stadiul lucrărilor tehnice și aprobarea unor recomandări internaționale, sistemul de certificare OIML, politica pe termen lung a OIML, legăturile cu alte organizații, metrologia legală în țările în curs de dezvoltare, buletinul OIML, broșura OIML, raportul de activitate al BIML, alte chestiuni și următoarea reuniune a CIML.

La fiecare punct al ordinii de zi au avut loc dezbateri, iar la sfârșitul reuniunii au fost supuse la vot rezoluțiile CIML. Dintre problemele care au fost luate în discuție și asupra cărora au fost adoptate rezoluții, următoarele sunt mai importante:

1. Bugetul OIML a fost excedentar în anii 1992 și 1993, datorită inflației mai scăzute, din Franța, față de cea luată ca bază pentru calculul bugetului, ceea ce a permis să fie acceptată cererea Rusiei de a fi plasată provizoriu în clasa de cotizație 3, ceea ce este echivalent cu reducerea la jumătate a acestei cotizații pentru anul 1994 și următorii, fără ca această decizie să afecteze semnificativ cotizațiile celorlalte țări membre.

2. Comitetul a aprobat următoarele Recomandări Internaționale:

— Cromatografe portabile în fază gazoasă pentru măsurarea pe teren a poluanților chimici toxici;

— Manometre cu piston;

— Cromatografe în fază lichidă de înaltă performanță pentru măsurarea pesticidelor și a altor substanțe toxice;

— Greutăți în clasele de precizie E_1 , E_2 , F_1 , F_2 , M_1 , M_2 , M_3 ;

— Aparate de cântărire totalizatoare continue cu funcționare automată (cântare de bandă) — revizuire a OIML R 50;

— Tabele pentru produse petroliere — revizuire a OIML R 63.

Proiectul recomandării „Lichide etalon de referință pentru etalonarea și verificarea vâscozimetrelor” urmează să fie prezentat, pentru aprobare, următoarei reuniuni a CIML, după revizuirea sa de către experții ruși și germani.

3. În dezbaterile privind implementarea Sistemului de Certificate OIML, România a intervenit arătând că, în conformitate cu statutul de membru OIML, acceptă să elibereze aprobări de model pe baza unor Certificate OIML, emise de alte țări membre, însă numai pentru modelele care au fost efectiv supuse încercărilor. În intervenția română s-a arătat că au fost emise, de către alte țări, certificate OIML referitoare la familii foarte numeroase de mijloace de măsurare, pe baza încercărilor efectuate asupra unui singur exemplar dintr-un singur tip, ceea ce este inacceptabil.

Având în vedere aceste aspecte, s-a propus completarea Sistemului de Certificate OIML cu reglementări privind constituirea familiilor de mijloace de măsurare și alegerea tipurilor reprezentative. Punctul de vedere al României a fost susținut de BIML, Franța și Rusia.

CIML a aprobat completarea listei recomandărilor pe baza cărora pot fi emise certificate OIML cu cele referitoare la cromatografe și la manometrele cu piston.

Recomandările Internaționale 1, 2 și 20 își încetează valabilitatea, fiind înlocuite de noua Recomandare asupra greutăților (menționată anterior), care va putea fi aplicată în cadrul Sistemului după ce se vor publica anexele și raportul cadru. De asemenea, Recomandarea OIML R 60, referitoare la celulele de cântărire, devine aplicabilă în Sistem după publicarea raportului cadru.

CIML a mai decis că anexele conținând raportul cadru de încercare au un caracter informativ în ceea ce privește aplicarea recomandărilor în reglementările naționale, dar sunt obligatorii în cazul folosirii Recomandărilor Internaționale pentru emiterea de Certificate OIML.

4. Începând cu nr. 132/133 (septembrie-decembrie 1993), Buletinul OIML este editat într-o nouă formă grafică și structurală, mai atrăgătoare și mai bine adaptată la cerințele actuale.

În total, CIML a adoptat 15 rezoluții care urmează să fie date publicității.

În cadrul reuniunii a fost difuzată lista autorităților de eliberare a Certificatelor OIML și lista recomandărilor pe baza cărora pot fi eliberate certificate. România se numără printre

autoritățile de eliberare a Certificatelor OIML pe baza următoarelor recomandări: R 001 (1973), R 002 (1973), R 020 (1973), R 076 (1992), R 097 (1990), R 098 (1991). Această listă urmează să fie completată cu prevederile rezoluțiilor CIML expuse anterior.

Următoarea reuniune a CIML va avea loc la Paris, în octombrie 1994 și va fi organizată de BIML.

P.G.I.

Vocabularul Internațional de Metrologie, ediția a II-a (1993)

A apărut, editat de ISO (Organizația Internațională de Standardizare), „Vocabularul Internațional de termeni fundamentali și generali în metrologie” (VIM), ediția a II-a, ca o actualizare și completare a ediției anterioare, datând din 1984.

Importanța noii ediții rezidă nu numai în îmbunătățirea conținutului lucrării, ci în faptul că ea reprezintă rezultatul colaborării unor experți desemnați de șapte organizații internaționale

BIPM	Biroul Internațional de Măsură și Greutăți
CEI	Comisia Electrotehnică Internațională
IFCC	Federația Internațională de Chimie Clinică
ISO	Organizația Internațională de Standardizare
IUPAC	Uniunea Internațională de Chimie Pură și Aplicată
IUPAP	Uniunea Internațională de Fizică Pură și Aplicată
OIML	Organizația Internațională de Metrologie Legală

și a fost publicat în numele acestor organizații. În acest fel, se poate considera că VIM-93 exprimă consensul principalelor organisme internaționale care au tangență cu metrologia, consens realizat pentru prima dată în istoria acestora.

VIM-1993 este redactat în limbile engleză și franceză și conține 120 termeni, împreună cu definițiile lor. Unele din definiții sunt însoțite de note și exemple, care ușurează înțelegerea și conturează sfera de aplicabilitate a termenilor.

Noțiunile din vocabular sunt grupate în șase capitole

1. Mărimi și unități
2. Măsurări
3. Rezultatele măsurărilor
4. Aparatură de măsurat
5. Caracteristicile aparatelor de măsurat
6. Etaloane

Vocabularul este întregit de un indice alfabetic al cuvintelor care intervin în lucrare, separat pentru cele două limbi.

Apariția acestei mult așteptate lucrări va fi de un real folos pentru uniformizarea și generalizarea principalelor concepte utilizate în măsurări, ca și a termenilor prin care acestea sunt exprimate. Larga recunoaștere a VIM-93, încă de acum câțiva ani când a circulat sub formă de proiect, este o garanție a îndeplinirii obiectivelor pe care și le-a propus.

În ce privește impactul pe care îl va avea asupra terminologiei românești în metrologie, este de așteptat ca el să aducă mai multe clarificări a căror lipsă este resimțită.

A. M.

Ghid pentru exprimarea incertitudinii de măsurare

Simultan cu VIM-93, a apărut recent — editat de ISO — un „Ghid pentru exprimarea incertitudinii de măsurare”, în limba engleză, lucrare ce însumează 101 pagini, din care 28 pagini consacrate ghidului propriu-zis, iar restul incluzând anexe, glosar de simboluri, bibliografie și indice alfabetic.

În conformitate cu preambulul lucrării, „ghidul” stabilește reguli generale pentru evaluarea și exprimarea incertitudinii de măsurare, aplicabile unui spectru larg de măsurări. Baza „ghi-

dului” o constituie Recomandarea 1 (CI-1981) a Comitetului Internațional de Măsură și Greutăți (CIPM) și Recomandarea INC-1 (1980) a Grupului de Lucru pentru exprimarea incertitudinilor de măsurare¹⁾. Acest grup de lucru a fost întrunit de către BIPM, la cererea CIPM. Recomandarea CIPM este singura recomandare privind incertitudinea de măsurare adoptată de o organizație internațională.

¹⁾ A se vedea „Metrologia aplicată” vol. 31, 1984 nr. 3 p. 119 — 120.

„Ghidul” ISO a fost publicat în numele următoarelor șapte organizații internaționale:

BIPM	Biroul Internațional de Măsură și Greutăți
CEI	Comisia Electrotehnică Internațională
IFCC	Federația Internațională de Chimie Clinică
ISO	Organizația Internațională de Standardizare
IUPAC	Uniunea Internațională de Chimie Pură și Aplicată
IUPAP	Uniunea Internațională de Fizică Pură și Aplicată
OIML	Organizația Internațională de Metrologie Legală

și a fost elaborat de experți desemnați de patru din aceste organizații (BIPM, CEI, ISO și OIML).

Conținutul „ghidului” este grupat în opt capitole (1...8) și opt anexe (A...H);

1. Obiect
2. Definiții
3. Concepte de bază
4. Evaluarea incertitudinii standard
5. Determinarea incertitudinii standard combinate
6. Determinarea incertitudinii extinse (expanded uncertainty)
7. Consemnarea incertitudinii
8. Sumarul producerii de evaluare și exprimare a incertitudinii
- A Recomandările Grupului de Lucru al BIPM
- B Termeni metrologici generali
- C Termeni și concepte fundamentale de statistică
- D Valoarea „adevărată”, eroare și incertitudine
- E Motivația și baza Recomandării INC-1 (1980)
- F Îndrumări practice pentru evaluarea incertitudinilor componente
- G Grade de libertate și niveluri de încredere
- H Exemple

În introducerea la „ghid”, se arată că incertitudinea de măsurare constituie o indicație cantitativă asupra calității măsurării, care servește la aprecierea încrederii în rezultatul ei. Fără o asemenea indicație, rezultatele măsurărilor nu pot fi comparate între ele sau cu valori de referință date în specificații sau standarde. De

aceea, este necesară o procedură aplicabilă în orice situație, ușor de înțeles și acceptată universal pentru caracterizarea calității rezultatului unei măsurări, prin evaluarea și exprimarea incertitudinii ei.

Conceptul de incertitudine este un atribut cantitativ relativ nou în istoria măsurărilor, față de noțiunile de eroare și analiza erorilor care au constituit de multă vreme părți ale științei măsurărilor, ale metrologiei. Astăzi se admite că, după ce au fost evaluate și corectate toate erorile cunoscute sau bănuite, mai rămâne o incertitudine asupra corectitudinii rezultatului consemnat, adică un „dubiu” (o îndoială) în ce privește apropierea rezultatului de valoarea adevărată a măsurandului.

Un consens general pentru modalitatea evaluării și exprimării incertitudinii de măsurare este tot atât de necesar ca și acela privitor la utilizarea universală a Sistemului Internațional de unități (SI). „Ghidul” ISO este tocmai rezultatul efortului întreprins de cele șapte organizații internaționale în vederea atingerii acestui consens.

Tot în introducerea lucrării sunt enunțate trei condiții pentru metoda de evaluare și exprimare a incertitudinii de măsurare. Potrivit acestora, metoda — respectiv mărimea care exprimă incertitudinea — trebuie să fie:

— **universală**, adică aplicabilă tuturor tipurilor de măsurare, oricare ar fi mărimile măsurate;

— **consistentă intern**, adică derivabilă direct din componentele care contribuie la incertitudinea de măsurare;

— **transferabilă**, adică utilizabilă în evaluarea incertitudinii altor măsurări în care sunt folosite rezultatele primei măsurări.

Rămâne ca metodologia descrisă în „ghid” să fie aplicată în toate domeniile în care se fac măsurări, și în primul rând în activitățile propriu-zise de metrologie (etalonări, comparații, încercări etc.). Instituțiile și specialiștii din aceste domenii sunt direct interesați în preluarea integrală a procedurilor promovate în „ghid”, care vor trebui recomandate și generalizate atât în reglementări și prescripții tehnice, cât și în alte lucrări, în activitățile de cercetare, industriale, în învățământ etc.

A. M.

LISTA

Aprobărilor de model emise în perioada 01.01.1993–01.09.1993

I. Mijloace de măsurat MĂRIMI DE SPAȚIU ȘI TIMP

VOLUM

1. *Traductoare electronice de nivel* tip FE-7D cu aprobare de model nr. 093/01.07.1993, producător Fabrica de elemente pneumatice pentru automatizări Bârlad — str. Republicii nr. 316 — jud. Vaslui; valabilă până la 01.07.2003.

2. *Traductoare electronice de nivel cu imersor* tip FE-7B, cu aprobare de model nr. 094/01.07.1993 producător Fabrica de elemente pneumatice pentru automatizări Bârlad — str. Republicii nr. 316 — jud. Vaslui; valabilă până la 01.07.2003.

3. *Distribuitoare de produse petroliere* tip OMEGA simple și duble cu aprobare provizorie de model nr. 098/15.07.1993 pentru S.C. GOLDEN MAN'S SRL București — str. Lt. Lemnea nr. 6, sector 1 — producător PETPO-SAN Izmir—Turcia; valabilă până la 15.07.1998

Caracteristici :

- debit de lucru : 5...50 dm³/min
- cantitate minimă livrată : 2 dm³
- presiunea de lucru : 1,5...2,5 bar
- temperatura de funcționare : — 30°C...
...+ 60°C
- alimentare electrică : tensiune : 220 V c.a.
50 Hz

curent absorbit 2,6...
...50 A

- eroare de măsurare : $\pm 0,5\%$ din volumul de lichid măsurat.

4. *Ansamblu cisternă 19 CTA 4 echipată cu instalație cu contor volumetric* tip SIU-40S-6 cu aprobare de model nr. 081/01.06.1993 producător S.C. Automecanica SA Mediaș — str. Aurel Vlaicu nr. 41, jud. Sibiu; valabilă până la 01.06.2003.

Caracteristici :

- cisterna : — volum total : cca 12 000 l
lungime : 4850 mm
- contorul : diametru nominal : 40 mm
debitul fluidului : 1,8...26 m³/h
presiunea max. a fluidului : 0,6 MPa
interval temp. de lucru : — 50°C...
...+50°C
exactitatea de măsurare : $\pm 0,5\%$

5. *Contor volumetric* tip SIU-40S-6 cu aprobare de model nr. 080/01.06.1993 pentru S.C.

Automecanica S.A. Mediaș — str. Aurel Vlaicu nr. 41, jud. Sibiu; exportator MASPRIBORINTORG — Moscova CSI; valabilă până la 01.06.2003.

Caracteristici :

- diametru nominal : 40 mm
- intervalul temperaturilor de lucru : — 50°C
...+50°C
- exactitatea de măsurare : $\pm 0,5\%$

6. *Cisternă* tip 19 CTA4 cu aprobare de model nr. 079/01.06.1993 producător S.C. Automecanica S.A. Mediaș — str. Aurel Vlaicu nr. 41, jud. Sibiu; valabilă până la 01.06.2003.

Caracteristici :

- lungime : 4850 mm
- volum total : 12000 l

7. *Cisternă auto pentru transportul și măsurarea combustibilului auto* tip RP 07 00 cu aprobare de model nr. 042/09.03.1993 producător S. C. ROMPRIM S.A. București — Șos. Olteniței nr. 388, sector 4; valabilă până la 09.03.2003.

Caracteristici :

- volumul nominal : cca. 12 000 dm³
- număr de compartimente : 4
- volumul compartimentului : cca. 3000 dm³
- exactitatea de măsurare : $\pm 0,5\%$

8. *Autocisternă* tip MAN-SAVIEM J. P. 11 X.L. cu aprobare de model nr. 007/07.01.1993 pentru S. C. AGROMEC — Târgu Mureș — Str. Cîsnădiei nr. 2 producător JOHANNA KRA-KOHLER — Austria; valabilă până la 31.01.2003.

Caracteristici :

- volum total : 8 100 dm³
- compartimente : 2
- volumul compartimentului : 4 100 dm³

9. *Măsură cu plutitor pentru lapte de 15 dm³* cu aprobare de model nr. 071/17.05.1993 producător S.C. UNIO S.A. Satu-Mare, Str. Lucian Blaga nr. 35; valabilă până la 20.05.2003.

Caracteristici :

- volum nominal : 15 dm³
- volum minim măsurat : 3 dm³
- exactitate de măsurare : ± 75 ml

VITEZĂ LINIARĂ

1. *Instalație pentru măsurat viteza la locomotive și la trenuri electrice* tip IVL-80 cu aprobare provizorie de model nr. 110/16.08.1993 producător S.C. MECANICA FINĂ S.A. — Str. Popa Lazăr nr. 5—25 sector 2, București; valabilă până la 16.08.1995.

Caracteristici :

- interval de măsurare : 0...160 km/h
- clasă de exactitate : 2,5 pentru temperaturi (0...70)°C
3 pentru temperaturi (-25...0)°C

III. Mijloace de măsurat MĂRIMI MECANICE**MASĂ**

1. *Greutăți de lucru* cu aprobare de model nr. 011/28.01.93 producător S.C. METROLOGIA S. A. București — Șos. Vitan Bârzești nr. 11, sector 4, valabilă până la 31.01.2003.

Caracteristici :

- valori nominale : 10 kg ; 5 kg ; 2 kg ; 1 kg
500 g ; 200 g ; 100 g ;
50 g ; 20 g ; 10 g ; 5 g ;
2 g ; 1 g.
- clasă : 5

2. *Balanță romană de 10 kg* tip MB-F-04/03 cu aprobare de model nr. 024/15.02.1993. producător S.C. BALANȚA — Sibiu, Str. Gușteriței nr. 21, valabilă până la 15.02.2003.

Caracteristici :

- limita max. de cântărire : 10 kg
- limita min. de cântărire : 200 g
- valoarea diviziunii : $d = 10$ g

3. *Balanță romană de 5 kg* tip MB-F-04/01 cu aprobare de model nr. 025/15.02.1993 producător S.C. BALANȚA — Sibiu, Str. Gușteriței nr. 21, valabilă până la 15.02.2003.

Caracteristici :

- limita max. de cântărire : 5 kg
- limita min. de cântărire : 100 g
- valoarea diviziunii : $d = 5$ g

4. *Greutăți trunchi de piramidă* cu aprobare provizorie de model nr. 026/93 producător S. C. MOVIS DIANA S.R.L. — Satu Mare, Str. Mihail Viteazu nr. 25 Sc. C, ap. 27; valabilă până la 31.12.1993.

Caracteristici :

- valori nominale : 2 kg ; 1 kg ; 500 g ;
200 g ; 100 g.
- clasă : 5

5. *Instalație de cântărire din mers a autovehiculelor* cu aprobare de model nr. 027/20.02.93 producător ISAF S.A. — București — Șos. Giulești nr. 14 sector 6; valabilă până la 20.02.2003.

Caracteristici :

- limita max. de cântărire : 15 000 kg
- limita min de cântărire : 200 kg
- valoarea diviziunii : $d = 20$ kg
- valori maxime tolerate : ± 10 kg pentru intervalul 200 kg... 1000kg
- în regim neautomat (static) ± 20 kg pentru intervalul 100 kg... 4000kg
 ± 30 kg pentru intervalul 4000 kg... 15 000 kg

- valori maxime tolerate : limită maximă pe repriză : 15 000 kg
- în regim automat număr maxim de reprize : 10
eroare tolerată pe repriză : ± 100 kg

6. *Echipament electric de cântărire automată* tip AWE-03 cu aprobare de model nr. 029/20.02.1993 producător ISAF S.A. — București Șos. Giulești nr. 14 sector 6 valabilă până la 20.02.2003.

- sensibilitate : max 3 mV/V
- liniaritate : 0,02 %
- tensiune de alimentare : 5 V
- frecvența purtătoare : 5 kHz
- tensiunea de alimentare : 220 V ± 10 / -15 % ;
50 Hz ± 2 %

7. *Balanță electronică* tip ATLAS — 6 cu aprobare de model nr. 030/20.02.93 pentru S. C. ELECTRONUM S.A. București, Bd. Magheru nr. 28—30 sector 1, producător VEDA — Kiev — Ucraina; valabilă până la 28.02.2003.

Caracteristici :

- limita max. de cântărire : 6 kg
- limita min. de cântărire : 40 g
- valoarea diviziunii : $d = 2$ g
- eroare tolerată în uz : ± 2 g în intervalul 40 g... 1 kg.
 ± 4 g în intervalul 1,002 kg... 4,0 kg
 ± 6 g în intervalul 4,002 kg... 6,0 kg

8. *Balanță electronică* tip DGI DS-650 cu aprobare de model cu nr. 031/01.03.93 pentru S.C. FEPPER S. A. București. Bd. Dimitrie

Pompei nr. 8 sector 2; producător TERAOKA SEIKO — Japonia; valabilă până la 01.03.2003.

Caracteristici:

- limita max. de cântărire: 15 kg
- limita min. de cântărire: 40 g
- valoarea diviziunii pe intervalul: 40 g...5,998 kg: $d = 2$ g
6 kg...15 kg: $d = 5$ g
- eroare maximă tolerată în uz: ± 2 g pe intervalul 40 g...1 kg
 ± 4 g pe intervalul 1 kg...4 kg
 ± 6 g pe intervalul 4 kg...6 kg
 ± 10 g pe intervalul 6 kg...10 kg
 ± 15 g pe intervalul 10 kg...15 kg

9. *Balanțe electronice precizie superioară* tip PM cu aprobare de model nr. 043/29. 03.93 pentru SOCIETATEA ROMANO-ITALIANA BFD IMPORT-EXPORT — București, Piața Romană nr. 9 Sc. C et. VII ap. 30—31; producător METTLER INSTRUMENTE AG — Elveția; valabilă până la 29.03.2003.

Caracteristici:

Tipul	Limita max.	Limita min.
PM 100	100 g	0,2 g
PM 200	210 g	0,2 g
PM 300	310 g	0,2 g
PM 400	410 g	0,2 g
PM 480 DR	410 g	0,2 g
PM 2500 DR	2100 g	0,2 g
PM 600	610 g	5 g
PM 2000	2100 g	5 g
PM 3000	3100 g	5 g
PM 4000	4100 g	5 g
PM 4800 DR	4100 g	0,2 g
PM 6000	6100 g	50 g
PM 6	6100 g	50 g

10. *Balanțe electronice de precizie specială din seriile AE și AM* cu aprobare de model nr. 044/31.03.93. pentru SOCIETATEA ROMANO-ITALIANA BFD IMPORT-EXPORT — București Piața Romană nr. 9 sc. C et. 7. ap. 30—31; producător METTLER INSTRUMENTE AG — Elveția; valabilă până la 31.03. 2003.

Caracteristici:

Tipul	Limita max.	Limita min.
AE 240	205 g	50 mg
AE 260 DR	205 g	50 mg
AE 200	205 g	50 mg
AE 100	109 g	50 mg

Tipul	Limita max.	Limita min.
AM 100	110 g	50 mg
AE 50	55 g	50 mg
AM 50	51 g	50 mg

11. *Balanțe electronice cu afișarea prețului de precizie III, model AM 15* tip EXCELL cu aprobare de model nr. 051/06.04.93 pentru S. C. SPOR CORPORATION S.R.L. — București, str. Știrbei Vodă nr. 100 sector 1; producător EXCELL PRECISION Co. Ltd. — Taiwan; valabilă până la 06.04.2003.

Caracteristici:

- limita max. de cântărire: 15 kg
- limita min. de cântărire: 100 g
- valoarea diviziunii: $d = 5$ g
- erori tolerate: $\pm 2,5$ g pe intervalul 100 g...2,5 kg
 ± 5 g pe intervalul 2,5 kg...10 kg
 $\pm 7,5$ g pe intervalul 10 kg...15 kg

12. *Celule cu tensorezistoare pentru măsurat forțe sau mase* tip SB 2 și SB 4 cu aprobare de model nr. 057/06.04.93 pentru FLINTAB-ROMANIA SRL — Ploiești; producător FLINTAB — Sudbury — SUA; valabilă până la 06.04.2003.

Caracteristici:

- interval de măsurare: 0...200 kN pentru SB 2
0...10 kN pentru SB 4
- eroare de bază: $\pm 0,03$ % pentru SB 2
 $\pm 0,015$ % pentru SB 4
- intervalul normat de temperatură: $-10^{\circ}\text{C} \dots +40^{\circ}\text{C}$
- intervalul compensat de temperatură: $-20^{\circ}\text{C} \dots +65^{\circ}\text{C}$

13. *Balanțe electronice de 15 kg cu afișarea prețului*, model HANA tip HS—M—7000 P și HS 7600 P cu aprobarea de model nr. 058/12.04.93 pentru S.C. BALANȚA S.A. — Sibiu Str. Gușteriței nr. 21—23; producător HANA INSTRUMENTS Co Ltd. — Coreea de Sud; valabilă până la 12.04.2003.

Caracteristici:

- limita max. de cântărire: 15 kg
- limita min. de cântărire: 100 g
- valoarea diviziunii: $d = 5$ g

- erori tolerate : $\pm 2,5$ g pentru intervalul 0...2,500 kg
 ± 5 g pentru intervalul 2,50 kg...10,0 kg
 $\pm 7,5$ g pentru intervalul 10,0 kg...15,0 kg

14. *Balanțe electronice de precizie superioară II și medie III din seria BD* cu aprobare de model nr. 060/10.05.93 pentru SOCIETATEA ROMANO-ITALIANA BFD IMPORT-EXPORT — București — Piața Romană nr. 9 sc. C, et. 7 ap. 30 sector 1, producător METTLER TOLEDO AG — Elveția; valabilă până la 10.05.2003.

Caracteristici :

Tipul	Clasa de precizie	Limita max.	Limita min.
BD 202	II	200 g	0,2 g
BD 601	II	600 g	2 g
BD 1201	II	1200 g	2 g
BD 6000	III	6000 g	20 g

15. *Balanță electronică cu afișarea prețului de 10 kg* tip CE-02-B cu aprobare de model nr. 073/08.06.93. producător FEA — București — Calea Floreasca nr. 242 sector 2; valabilă până la 08.06.2003.

Caracteristici :

- limita max. de cântărire : 10 kg
 — limita min. de cântărire : 100 g
 — valoarea diviziunii : $d = 5$ g
 — eroarea tolerată : $\pm 2,5$ g pe intervalul 0,1 kg...2,5 kg
 $\pm 5,0$ g pe intervalul 2,5 kg...10 kg

16. *Balanță electronică cu afișarea prețului de 15 kg* tip CE-02-C cu aprobare de model nr. 083/08.06.93. producător FEA București — Calea Floreasca nr. 242 sector 2; valabilă până la 08.06.2003.

Caracteristici :

- limita max. de cântărire : 15 kg
 — limita min. de cântărire : 100 g
 — valoarea diviziunii : $d = 5$ g
 — eroarea maximă tolerată : $\pm 2,5$ g pe intervalul 0,1 kg...2,5 kg
 ± 5 g pe intervalul 2,5 kg...10 kg
 $\pm 7,5$ g pe intervalul 10 kg...15 kg

17. *Balanțe electronice de precizie superioară II din Seria PJ* cu aprobarea de model nr. 077/02.06.93 pentru SOCIETATEA ROMANO-ITALIANA BFD IMPORT-EXPORT — București Piața Romană nr. 9 sc. C et. 7 ap.

30—31; producător METTLER INSTRUMENTE AG — Elveția; valabilă până la 29.03.2003.

Caracteristici :

Tipul balanței	Limita max.	Limita min.
PJ 300	310 g	0,5 g
PJ 360 DR	310 g	0,5 g
PJ 400	410 g	0,5 g
PJ 600	610 g	5 g
PJ 3000	3100 g	5 g
PJ 3600 DR	3100 g	5 g
	600 g	5 g
PJ 6	6000 g	50 g
PJ 4000	4100 g	50 g
PJ 6000	6000 g	50 g

18. *Mase etalon de lucru de 500 kg* cu aprobarea de model nr. 084/14.06.93 producător INSTITUTUL DE STUDII PENTRU AUTOMATIZĂRI FERROVIARE — Cal. Giulești nr. 14 sector 6 București; valabilă până la 14.06.2003.

19. *Mase etalon de lucru de 1000 kg* cu aprobare provizorie de model nr. 085/14.06.1993 producător INSTITUTUL DE STUDII PENTRU AUTOMATIZĂRI FERROVIARE — Cal. Giulești nr. 14 sector 6 — București; valabilă până la 14.06.2003

20. *Instalație pentru cântărire din mers a vagoanelor* tip ICMV 100—10—V2 cu aprobarea de model nr. 099/22.07.93 producător ISAF — SA — București — Cal. Giulești nr. 14 sector 6 — București; valabilă până la 22.07.2003.

Caracteristici :

- limita max. de cântărire : 50 000 kg
 — limita min. de cântărire : 2 500
 — valoarea diviziunii : $d = 50$ kg
 — erori maxime tolerate : ± 25 kg pentru intervalul 1000 kg...
 ...25 000 kg
 ± 50 kg pentru intervalul 25 000 kg...
 ...50 000 kg

21. *Indicator numeric de greutate* tip PR 1613—00 cu aprobare de model nr. 126/93 pentru RONEX SRL, Str. Transilvaniei nr. 24 sector 1 — București; producător PHILIPS GmbH Germania, valabilă până la 02.09.2003.

Caracteristici :

- clasa de exactitate : OIML
 — afișare : 3000 diviziuni
 — unitatea de masă : kg sau t

FORȚĂ

1. *Celule de sarcină de tracțiune* tip PR cu aprobarea de model nr. 096/93 pentru RONEX S.R.L. — Str. Transilvaniei nr. 24 sector 1

București; producător PHILIPS GmbH — Germania; valabilă până la 23.07.2003.

Caracteristici:

Tipul	Clasa de precizie	Sarcina nominală
PR 6246 H	0,017 %	0,2 t; 0,3 t; 0,5 t; 1 t; 2 t; 3 t
PR 6246 P	0,03 %	0,2 t; 0,3 t; 0,5 t; 1 t; 2 t; 3 t

2. *Celule de sarcină* tip RC-1 cu aprobare de model nr. 106/10.08.93 pentru SOCIETATEA FLINTAB S R L — Ploiești, Str. Maramureș nr. 12; producător FLINTAB — Sudbury — USA; valabilă până la 10.08.2003.

PRESIUNE

1. *Aparat pentru măsurarea presiunii arteriale cu manometru cu element elastic* cu aprobare provizorie de model nr. 009/20.02.93 producător S. C. MECANICA FINĂ S.A. București — Str. Popa Lazăr nr. 5—25, sector 2; valabilă până la 31.12.1993.

2. *Traductoare electronice de presiune diferențială* tip FE-3-D și FE-1-DH cu aprobare de model nr. 092/01.07.93 producător FABRICA DE ELEMENTE PNEUMATICE PENTRU AUTOMATIZĂRI — Bârlad, Str. Republicii nr. 316; valabilă până la 01.07.2003.

3. *Traductoare electronice de presiune absolută* tip FE-1-A cu aprobare de model nr. 091/01.07.1993, producător FABRICA DE ELEMENTE PNEUMATICE PENTRU AUTOMATIZĂRI — Bârlad — Str. Republicii nr. 316; valabilă până la 01.07.2003.

4. *Traductoare electronice de presiune relativă* tip FE-1-G cu aprobare de model nr. 086/01.07.1993, producător FABRICA DE ELEMENTE PNEUMATICE PENTRU AUTOMATIZĂRI — Bârlad — Str. Republicii nr. 316; valabilă până la 01.07.2003.

DEBITE

1. *Contor de gaz cu pereți deformabili* tip RS/1,2 (variante G4AL și G4LA) cu aprobare provizorie de model nr. 050/93, producător SAMGAS — S.R.L. — Italia; valabilă până la 30.10.1993.

Caracteristici:

— debit minim:	$Q_{\min} = 0,04 \text{ m}^3/\text{h}$
— debit maxim:	$Q_{\max} = 6 \text{ m}^3/\text{h}$
— eroare maximă tolerată:	$\pm 2\%$ pentru $Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$ $\pm 3\%$ pentru $Q_{\min} \leq Q \leq Q_t$

2. *Contor de gaz* tip G4Z cu aprobare provizorie de model nr. 097/02.08.93 pentru SC REEN S.R.L. Import—Export — București;

producător RECK Co SANDE — Germania, valabilă până la 31.07.1996.

Caracteristici:

— debit maxim:	$Q_{\max} = 6 \text{ m}^3/\text{h}$
— debit minim:	$Q_{\min} = 0,04 \text{ m}^3/\text{h}$
— eroare maximă tolerată:	$\pm 3\%$ pentru $Q_{\min} \leq Q \leq 0,1 Q_{\max}$ $\pm 1,5\%$ pentru $0,1 Q_{\max} \leq Q \leq Q_{\max}$

3. *Contor de gaz cu pereți deformabili* tip RS/1,2 (variante G4AL și LA; G 2,5 AL și LA) cu aprobare de model nr. 102/93 pentru SAMGAS — ROMANIA SRL — Arad — Str. Mareșal Ion Antonescu nr. 45 producător SAMGAS SRL — Italia; valabilă până la 31.08.2003.

Caracteristici:

— debit maxim:	$Q_{\max} = 6 \text{ m}^3/\text{h}$ pentru G4 AL sau G4 LA $Q_{\max} = 4 \text{ m}^3/\text{h}$ pentru G2,5 AL sau G2,5 LA
— debit minim:	$Q_{\min} = 0,04 \text{ m}^3/\text{h}$ pentru G4 AL sau G4LA $Q_{\min} = 0,025 \text{ m}^3/\text{h}$
— valori tolerate:	$\pm 2\%$ pentru $Q_t \leq Q \leq Q_{\max}$ $\pm 3\%$ pentru $Q_{\min} \leq Q \leq Q_t$

4. *Contor de apă caldă multijet* tip MTW și tip MTW-ST cu aprobarea provizorie de model nr. 038/11.03.1993 pentru S. C. CONTOR ZENNER SRL — Arad Str. Mareșal Ion Antonescu nr. 45, producător K. A. ZENNER — Germania, valabilă până la 11.03.1997.

Caracteristici:

— debit maxim:	$Q_{\max} = 5 \text{ m}^3/\text{h}$ și $12 \text{ m}^3/\text{h}$
— debit minim:	$Q_{\min} = 50 \text{ dm}^3/\text{h}$; $100 \text{ dm}^3/\text{h}$ și $120 \text{ dm}^3/\text{h}$
— erori tolerate:	$\pm 3\%$ și $\pm 5\%$
— temperatura max. a apei:	90°C

5. *Contor de apă caldă* tip ETW cu variante ZETW; UETW; VETW; WETW și DWETW cu aprobarea de model nr. 036/11.03.1993 pentru CONTOR ZENNER SRL Arad — Str. Mareșal Ion Antonescu nr. 45, producător K. A. ZENNER — Germania; valabilă până la 11.03.2003.

Caracteristici:

— debit nominal:	$1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ și $2,5 \text{ m}^3/\text{h}$
— erori tolerate:	$\pm 3\%$ și $\pm 5\%$
— presiune nominală:	10 bar
— temperatura max. a apei:	90°C

6. *Contor de apă fierbinte* tip ETHI cu aprobare de model nr. 041/11.03.1993 pentru CONTOR ZENNER SRL — Arad Str. Mareșal Ion Antonescu nr. 45, producător K. A. ZENNER — Germania; valabilă până la 11.03.2003.

Caracteristici:

— debit nominal:	$1,5 \text{ m}^3/\text{h}$ și $0,6 \text{ m}^3/\text{h}$
— presiune nominală:	16 bar

- temperatura max.
a apei: 120 °C
- erori tolerate: $\pm 3\%$ și $\pm 5\%$

7. *Contor de apă caldă* tip MW și MW-EN cu aprobare de model nr. 053/07.04.93 producător ELIN-GmbH — Austria, valabilă până la 07.04.2003.

Caracteristici:

- diametru nominal: 15 mm; 20 mm; 25 mm; 32 mm; 40 mm; 50 mm
- debit nominal: 1,5; 2,5; 3,5; 6; 10; 15 m³/h
- presiune nominală: 16 bar
- temperatura maximă a apei: 90 °C
- erori tolerate: $\pm 3\%$ și $\pm 5\%$

8. *Contor de apă caldă* tip WPCP și WP-CP-EN cu aprobare de model nr. 056/07.04.1993, producător ELIN GmbH — Austria; valabilă până la 07.04.2003

Caracteristici:

- diametru nominal: 50 mm
- debit nominal: 15 m³/h
- presiune nominală: 16 bar
- temperatură maximă: 130 °C
- erori tolerate: $\pm 3\%$ și $\pm 5\%$

9. *Contor de apă caldă* tip WHC-2 cu aprobare de model nr. 132/31.08.1993, producător S. C. PRECIZIA S. A. — Str. Theodosie Rudeanu nr. 12-14 sector 1 București, valabilă până la 31.08.2003

Caracteristici:

- diametru nominal: 50; 65; 80; 100; 125 mm
- debit nominal: 15...150 m³/h
- presiune nominală: 16 bar
- erori tolerate: $\pm 3\%$
- temperatura maximă: 130 °C

10. *Contor de apă rece* tip WEG 50, WEG 100; WEG 150 și WEG 200 cu aprobare de model nr. 032/25.02.1993 pentru Regia Generală de Apă București str. Aristide Demetriade nr. 2 sector 1, producător FLONIC SCHLUMBERGER — Franța; valabilă până la 28.02.2003

Caracteristici:

- debit permanent: 25; 40; 60; 100; 250; 400; 600; 1000; 1500 m³/h
- diametru nominal: 50; 60; 65; 80; 100; 150; 200; 250; 300; 400; 500 mm

11. *Contor de apă rece* tip EV3 cu aprobare de model nr. 033/25.02.1993 pentru Regia Auto-nomă de Apă Canal — Satu Mare — Str. Gara Ferăstrău nr. 9A, producător Firma Bopp —

Reuther — Germania; valabilă până la 28.02.2003.

Caracteristici:

- diametru nominal: 15 mm
- debit nominal: 1,5 m³/h
- presiune nominală: 10 bar
- erori tolerate: $\pm 5\%$ și $\pm 2\%$

12. *Contor de apă rece* tip MNK și MNK-ST cu aprobarea de model nr. 040/11.03.1993 pentru S. C. CONTOR ZENNER SRL — Arad — Str. Mareșal Ion Antonescu nr. 45, producător K. A. ZENNER — Germania; valabilă până la 11.03.2003.

Caracteristici:

- diametru nominal: 20; 40; mm
- debit nominal: 1,5; 2,5; 3,5; 6; 10; 15 m³/h
- presiune nominală: 16 bar
- erori tolerate: $\pm 5\%$ și $\pm 2\%$

13. *Contor de apă rece* tip MTK și MTK-ST cu aprobarea provizorie de model nr. 036/11.03.1993 pentru S. C. CONTOR ZENNER SRL Arad — Str. Mareșal Ion Antonescu nr. 45; producător K. A. ZENNER — Germania; valabilă până la 11.03.1997

Caracteristici:

- debit nominal: 1,5; 2,5; 3,5; 6 m³/h
- diametru nominal: 20; 25 mm
- presiune nominală: 10 bar
- erori tolerate: $\pm 5\%$ și $\pm 2\%$

14. *Contor de apă rece* tip ETK; ZETK; UETK; VETK, WETK cu aprobarea de model nr. 037/11.03.1993 pentru S. C. CONTOR ZENNER S.R.L. Arad — Str. Mareșal Ion Antonescu nr. 45 producător K. A. ZENNER — Germania; valabilă până la 11.03.2003

Caracteristici:

- debit nominal: 1,5 m³/h; 2,5 m³/h
- presiune nominală: 10 bar
- diametru nominal: 20 mm
- erori tolerate: $\pm 5\%$; $\pm 2\%$

15. *Contor de apă rece* tip KBM II DRY cu aprobare de model nr. 065/13.04.1993 pentru AMC INTERNATIONAL — București — Str. Franzelari nr. 19 sector 2; producător TIAN-JIN THIRD AUTOMATIC INSTRUMENT FACTORY — China; valabilă până la 13.04.2003

Caracteristici:

- diametru nominal: 20 mm
- debit nominal: 2,5 m³/h
- presiune nominală: 10 bar
- erori tolerate: $\pm 5\%$ și 2%

16. *Debitmetru cu turbină insertată* tip DIT 93 cu aprobare de model provizorie nr. 069/06.05.1993; producător SC RETROM S.A. Pașcani — Jud. Iași; valabilă până la 31.08.1993

Caracteristici:

- diametru nominal: 150...800 mm
- debit nominal: 150...4000 m³/h
- erori tolerate: $\pm 5\%$ și $\pm 2,5\%$

17. *Contor de apă rece* tip RG cu aprobarea de model nr. 052/07.04.1993 producător ELIN GmbH — Austria; valabilă până la 07.04.2003

Caracteristici:

- debit nominal: 1,5; 2,5; 6; 10; 15 m³/h
- presiune nominală: 16 bar
- erori tolerate: $\pm 5\%$ și $\pm 2\%$

18. *Contor de apă rece* tip WS-CS cu aprobare de model nr. 054/07.04.1993 producător ELIN GmbH — Austria valabilă până la 07.04.2003

Caracteristici:

- debit nominal: 15; 25; 40; 60; 150 m³/h
- diametru nominal: 50; 65; 80; 100; 150 mm
- presiune nominală: 16 bar
- erori tolerate: $\pm 5\%$ și $\pm 2\%$

19. *Contor de apă caldă* tip WP-CP cu aprobare de model nr. 055/07.04.93 producător ELIN GmbH — Austria; valabilă pînă 07.04.2003.

Caracteristici:

- diametrul nominal: 50 mm
- debit nominal: 15 m³/h
- presiune nominală: 16 bar
- erori tolerate: $\pm 5\%$ și $\pm 2\%$

20. *Contor de apă rece* tip USF cu aprobare de model nr. 064/07.04.1993; producător ELIN GmbH — Austria; valabilă până la 07.04.2003.

Caracteristici:

- diametru nominal: 15 mm
- debit nominal: 1,5 m³/h
- presiune nominală: 16 bar
- erori tolerate: $\pm 5\%$ și $\pm 2\%$

21. *Contor de apă rece* tip WEG 50; WEG 100; WEG 150 și WEG 200 cu aprobarea de model nr. 101/17.07.1993 pentru S. C. ROMET SRL — Buzău — Str. Dorobanți nr. 262, producător FLONIC SCHLUMBERGER — Franța; valabilă până la 19.07.2003

Caracteristici:

- diametru nominal: 50; 60; 80; 100; 150; 200; 250; 300; 400; 500 mm
- debit nominal: 25; 45; 60; 100; 250; 400; 600; 1000; 1500; 2500 m³/h

22. *Contor de apă rece* tip WHR cu aprobare de model nr. 075/17.05. 1993. producător S.C. PRECIZIA SA — București Sr. Theodosie Rudeanu nr. 12—14 sector 1 București; valabilă până la 20.05.2003

Caracteristici:

- diametru nominal: 50; 50; 80; 100; 125 mm
- debit nominal: 15; 25; 40; 60; 100 m³/h
- presiune nominală: 16 bar
- erori tolerate: $\pm 5\%$ și $\pm 2\%$

IV. Mijloace de măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE ELECTROMAGNETISMULUI

1. *Contoare trifazate de energie electrică activă* tip GH a 237 cu cuplare directă sau indirectă cu aprobare de model nr. 045/24.03.1993 pentru SC ENERGObIT SRL Cluj Napoca — Bd. 1 Decembrie 1918 nr. 128/149; producător SCHLUMBERGER — GANZ — Ungaria; valabilă până la 24.03.2003

2. *Contoare electrice de energie electrică* tip ELP cu aprobarea de model nr. 046/24.03.1993; pentru SC ENERGObIT SRL — Cluj Napoca — Bd. 1 Decembrie 1918 nr. 128/149; producător SCHLUMBERGER — GANZ — Ungaria; valabilă până la 20.03.2003

3. *Telesumator electronic programabil* tip ETS-MD cu aprobare de model nr. 048/124.03. 1993 pentru S.C. ENERGObIT SRL Cluj Napoca — Bd. 1 Decembrie 1918 nr. 128/149; producător SCHLUMBERGER — GANZ — Ungaria; valabilă până la 24.05. 2003

4. *Trusă portabilă pentru testarea preliminară la locul de montare a contoarelor monofazate de energie electrică* tip TCM cu aprobarea de model nr. 059/21.04.1993; producător ICENERG București — Bd. Energeticienilor nr. 8 sector 3; valabilă până la 21.04.2003

V. Mijloace de măsurat MĂRIMI TERMICE

TEMPERATURURĂ

1. *Termometru electronic digital tip suzetă* cu aprobarea de model nr. 003 /1993 pentru S. C. ROMSETRA SRL Târgu Mureș, Aleea Carpați nr. 25/5, producător SILICON NIPPLES — TAIWAN; valabilă până la 31.01.2003

2. *Termometru electronic tip SURTI — 1*, cu aprobarea de model nr. 004/21.01.1993, producător PROCETEL S.A. București, Calea Rahovei nr. 226—268, sector 5 București; valabilă până la 31.01.2003

Caracteristici:

- interval de măsurare: (36...39)°C
- eroare de măsurare: $\pm 0,1\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ digit}$.

ENERGIE TERMICĂ

1. *Bloc electronic (calculator) cu traductoare de temperatură* BET-1 cu aprobarea provizorie de model nr. 034/05.03.1993 producător S.C. PRECIZIA S.A. Str. Theodosie Rudeanu nr. 12—14 sector 1 București; valabilă până la 30.06.1993.

2. *Microcalculator de debit și energie termică* — UNITEF cu aprobarea provizorie de model nr. 072/1993, producător S. C. IPA SA București — Calea Floreasca nr. 167 sector 2 București; valabilă până la 31.08.1995.

3. *Calculator cu traductoare de temperatură* tip SUPER CAL 430 cu aprobare provizorie de model nr. 078/25.05.1993 pentru S. C. CONTOR ZENNER SRL — Str. Mareșal Ion Antonescu nr. 45 Arad; producător K. A. ZENNER — GmbH Germania valabilă până la 31.12.1993.

4. *Bloc electronic (calculator) cu traductoare* tip BET-1 cu aprobarea de model nr. 131/31.08.1993, producător S. C. PRECIZIA S. A. Str. Theodosie Rudeanu nr. 12—14 sector 1 București; valabilă până la 31.08.2003.

VIII. Mijloace de măsurat MĂRIMI CARACTERISTICE CHIMIEI FIZICE ȘI FIZICII MOLECULARE

CONCENTRAȚIE

1. *Traductor de concentrații de dioxid de azot în aer* tip TG-3, cu aprobare de model nr. 100/09.08.1993, producător Centrul de Aparatură Analitică, Control și Semnalizare — Cluj-Napoca, Str. Fântânele nr. 20 valabilă până la 09.08.2003.

Caracteristici:

- prag de alarmare: concentrații de 10 ppm NO_2/aer
- timp de răspuns: maxim 3 minute
- putere electrică consumată: maxim 0,7 W

2. *Fummetru T 130*, cu aprobarea de model nr. 061/05.05.1993, producător S. C. CAST S.A. — București Str. Fabricii nr. 46A, sector 6; valabilă până la 05.05.2003.

Caracteristici:

- interval de măsurare al coeficientului de absorbție: $(0 \dots 10,00) \text{ m}^{-1}$
- eroare de măsurare tolerată: $\pm 5 \%$ din limita maximă de măsurare

pH

1. *pH-metru numeric portabil* tip pHV-PO2A, cu aprobarea de model nr. 109/23.08.1993, producător FAST ECO S.A. București, str. Fabricii nr. 47, sector 6 valabilă până la 23.08.2003.

Caracteristici:

- interval de măsurare: în unități pH: $(0 \dots 14)$ pH
în mV: $(-1400 \dots +1400) \text{ mV}$
- eroarea de bază la verificarea de ansamblu: $\max \pm 0,1 \text{ pH}$

2. *pH-metru industrial pentru electrozi metalici* pH-ELMET, cu aprobarea de model nr. 006/25.01.1993, producător Institutul de Chimie Cluj-Napoca, Str. Fântânele nr. 30; valabilă până la 31.01.2003.

Caracteristici:

- interval de măsurare: $(2 \dots 10) \text{ pH}$ cu electrod de stibiu
 $(7 \dots 13) \text{ pH}$ cu electrod de Wolfam
- eroare de bază: $\pm 0,15 \text{ pH}$

UNGHII DE ROTAȚIE OPTICĂ

1. *Refractometru portabil*, cu aprobarea de model nr. 002/1993, producător I.O.R. — București, alea I.O.R. nr. 4, sector, 3, valabilă până la 31.01.2003.

Caracteristici:

- interval de măsurare: $(0 \dots 32) \%$
- eroare de bază: $\max + 0,3 \%$ (procente de zahăr)

X. Mijloace de măsurat MĂRIMI DIFERITE

TAXIMETRE

1. *Taximetru IEMITAX — 01*, cu aprobarea de model nr. 049/23.03.1993, producător S.C. IEMI S.A. — București str. Fabrica de Glucoză nr. 9—11, sector 2, valabilă până la 31.03.1995.

Caracteristici:

- alimentare de la bateria de acumulatori: $9 \dots 16 \text{ V}$
- curent maxim: 500 mA
- eroare tolerată de tarificare pentru antrenare orară: $\pm 3 \%$
- eroare tolerată de tarificare pentru antrenare kilometrică: $\pm 2 \%$

2. *Taximetru TIM 2X*, cu aprobarea de model nr. 001/15.01.1993, producător GUI OTESTEANU SNC—Timișoara, Bd. Tache Ionescu nr. 11—13, valabilă până la 31.01.2003.

Caracteristici:

- nr. tarife de deplasare: max 3
- constanta aparatului k programabilă între 300 și 9999 imp/km
- tarif staționare programabil între 11 și 99990 lei/oră
- tarif de pornire fără comandă programabil între 10 și 99990 lei
- tarif de pornire la comandă programabil între 10 și 99990 lei
- tarif de deplasare programabil între 10 și 99990 lei

- eroare tolerată de tarificare pentru funcționarea pe antrenare orară: $\pm 3\%$ din valoarea adevărată.
- eroare tolerată de tarificare pentru funcționare pe antrenare kilometrică este de $\pm 2\%$ din valoarea adevărată.

TIMP

1. *Familie ceas programator cu cuarț tip Q₄* cu aprobarea de model nr. 047/24.03.1993 pentru S.C. ENERGObIT SRL — Cluj Napoca Bd. 1 Decembrie 1918 nr. 128/149; producător

SCHLUMBERGER-GANZ — Ungaria; valabilă până la 24.03.2003.

Caracteristici :

- mersul zilnic : $\pm 0,4$ s/zi
- tensiunea de alimentare : 100 V ; 127 V ; 220 V
- frecvența tensiunii de alimentare ; 50 Hz ... 60 Hz
- interval de timp de comutare (15...45) min pentru discul de zi și (2...6) pentru discul săptămânal
- precizia de comutare repetată ± 3 minute pentru discul de zi și ± 20 minute pentru discul săptămânal

Începând cu anul 1994, costul unui exemplar al revistei „METROLOGIE” va fi de 800 lei. Abonamentul anual (4 numere) va fi de 3200 lei.

Abonamentele se pot face la :

Institutul Național de Metrologie șos. Vitan Bârzești, nr. 9 — 11, sectorul 4, București.

Cont 309800201, BCR, filiala sector 4.

În costul abonamentului este inclusă și expedierea revistei la abonat.

LISTA

normelor tehnice de metrologie tipărite în cursul anului 1993

1-32-90	Verificarea metrologică a comparatoarelor verticale Abbe
1-47-90	Verificarea metrologică a comparatoarelor de alezaje
1-64-90	Etalonarea metrologică a aparatelor de verificat comparatoare și extensometre
1-76-90	Verificarea metrologică a extensometrelor electrice și electronice
1-91-90	Verificarea metrologică a mașinilor de măsurat lungimi în două coordonate — microscopie universale, cu valoarea diviziunii mai mică de 1 μm
1-93-90	Etalonarea metrologică a calibrelor cilindrice netede etalon
1-104/1-90	Verificarea metrologică a instalațiilor etalon cu măsuri etalon de volum folosite la verificarea butoaielor de bere
1-107-90	Verificarea metrologică a măsurilor metalice pentru lichide (măsuri uzuale)
1-110-90	Verificarea metrologică a baloanelor cotate
1-111-90	Verificarea metrologică a cilindrilor gradați
1-112-90	Verificarea metrologică a cisternelor auto pentru lichide
1-122-90	Verificarea metrologică a măsurilor cu plutitor pentru lapte
1-123/8-90	Calibrarea rezervoarelor cilindrice verticale prin metoda optică de interior
1-126-90	Etalonarea metrologică a instalațiilor etalon cu contor pentru lichide — metoda volumetrică
1-189-90	Verificarea metrologică a aparatelor mecanice de măsurat parametrii vibrației
1-190-90	Verificarea metrologică a vibrometrelor electronice
1-305-90	Verificarea metrologică a teodolitelor
1-307-90	Verificarea metrologică a autocolimatoarelor
1-309-90	Verificarea metrologică a aparatelor electronice de măsurat abateri de la circularitate
2-05-90	Verificarea metrologică a frecvențmetrelor digitale
3-21-90	Verificarea metrologică a balanțelor de torsiune
3-22-90	Verificarea metrologică a balanțelor pentru determinarea cantității de apă din grăsimi
3-23-90	Verificarea metrologică a balanțelor pentru fibre textile
3-51-90	Verificarea metrologică a indicatoarelor hidraulice de eforturi în cabluri
3-53-90	Verificarea metrologică a dinamometrelor hidraulice
3-54-90	Verificarea metrologică a indicatoarelor mecanice de eforturi în cabluri
3-55-90	Verificarea metrologică a dinamometrelor tehnice cu element elastic
3-60-90	Verificarea metrologică a mașinilor de încercări mecanice statice la tracțiune, compresiune și încovoiere
3-63-90	Verificarea metrologică a preselor de încercări mecanice statice la încovoiere, compresiune și flambaj
3-68-90	Verificarea metrologică a ciocanelor pendul pentru încercarea materialelor la încovoiere prin șoc
3-103-90	Verificarea metrologică a aparatelor de încercare a durtății Rockwell
3-108-90	Verificarea metrologică a aparatelor de încercare a durtății elastomerilor vulcanizați și a materialelor plastice după metoda Shore.
4-11-90	Verificarea metrologică a compensatoarelor de curent continuu
4-02-90	Verificarea metrologică a voltmetrelor indicatoare și înregistratoare
4-05-90	Verificarea metrologică a ampermetrelor indicatoare și înregistratoare
4-15-90	Verificarea metrologică a indicatoarelor de nul electronice de curent continuu
4-16-90	Verificarea metrologică a aparatelor electronice cu afișare numerică (digitale) pentru măsurat tensiuni, curenți, rezistențe în curent continuu (multimetre digitale)
4-29-90	Verificarea metrologică a transformatoarelor clește cu ampermetru
4-31-90	Verificarea metrologică a condensatoarelor de măsură și a condensatoarelor în decade
4-36-90	Verificarea metrologică a punților Schering
4-38-90	Verificarea metrologică a punților RLC și a accesoriilor lor
4-39-90	Verificarea metrologică a instalațiilor de verificat contoare de energie electrică
4-48-90	Verificarea metrologică a voltmetrelor digitale de curent continuu
4-81-90	Verificarea metrologică a aparatelor pentru măsurarea intensității câmpului magnetic și a inducției magnetice în aer
4-93-90	Verificarea metrologică a adaptoarelor pentru detectorul de conductivitate
4-94-90	Verificarea metrologică a convertoarelor tensiune — curent
5-02-90	Verificarea metrologică a termometrelor maxime, medicale umane și veterinare
5-03-90	Verificarea metrologică a termometrelor din sticlă cu lichid
7-09-90	Verificarea metrologică a seturilor de filtre de treime de octavă
8-32-90	Verificarea metrologică a pH-metrelor și a electrozilor pH



Cu ocazia noului an 1994,
redacția revistei Metrologie
urează tuturor cititorilor și
colaboratorilor săi

1994 OKT 27

La Mulți Ani